N° 13 15 JUILLET 1929

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris, — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

L'Académie des Sciences a perdu coup sur coup, en une semaine, Henri Andoyer, Charles Moureu, Léon Lindet, et voici le salut que notre Directeur a adressé à leur mémoire le 17 juin, en séance de l'Académie des Sciences :

Henri Andoyer, né à Paris, le 1er octobre 1862, était entré le premier à l'Ecole Normale supérieure en 1881; reçu premier agrégé, il fut nommé à Toulouse à l'Observatoire et à la Faculté des Sciences, où il resta jusqu'en 1892 quand il fut appelé à la Faculté de Sciences de Paris, comme maître de Conférences, chargé d'un cours d'Astronomie mathématique et de Mécanique céleste et en même temps chargé de la préparation à l'agrégation des Sciences mathématiques.

En 1903, il est nommé professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences et en 1910 il devient membre du Bureau de Longitudes chargé de la rédaction de la *Connaissance des Temps*. L'importance de ses travaux avait depuis longtemps attiré l'attention de l'Académie et, le 30 juin 1919, il fut élu membre de la Section d'Astronomie.

Ses recherches sur la théorie de la Lune, commencées à Toulouse, furent terminées il y a un an à peine; elles ont été consacrées à la revision de la méthode de Delaunay. Par l'emploi de deux méthodes distinctes dont les résultats concordent entre eux et avec ceux de la théorie récente de Brown, il a pu rectifier les erreurs de Delaunay et donner les expressions correctes des inégalités du mouvement de la Lune en tenant compte des éléments les plus importants relatifs au Soleil et à la Lune. C'est une œuvre considérable qui ne pouvait réussir qu'entre les mains du calculateur qu'était Andoyer.

D'une haute culture mathématique et d'une puissante érudition, il avait une prédilection pour les calculs numériques. Il en donna une nouvelle preuve dans l'établissement des tables trigonométriques destinées à remplacer les anciennes tables qu'il jugeait incomplètes et parfois erronées. Il entreprit seul et réussit en quelques années la confection de ces nouvelles tables pour les logarithmes et pour les valeurs mêmes des signes trigonométriques. Leur publication, qui excita l'admiration, est un service de premier ordre rendu à l'Astronomie.

Correspondant, puis membre du Bureau des Longitudes, Andoyer en était devenu l'âme et il apporta de nombreux perfectionnements dans les laborieux calculs de la *Connaissance des Temps*. Grâce à lui, les recueils français d'éphémérides astronomiques sont devenus aussi parfaits qu'on puisse le désirer.

Je ne puis que mentionner ses *Etudes sur la théorie des orbites intermédiaires*, inspirées par les méthodes de Gildèn ; *ses Formules générales de la Mécanique céleste; ses Recherches sur le problèmes des n corps; ses Formules de la Précession*, d'après S. Newcomb, etc. Tous ces travaux portent la marque de son esprit fait de simplicité et de clarté.

Professeur incomparable, il aimait l'enseignement autant que la recherche et dans les leçons qu'il a publiées, il s'ingéniait à exposer sous une forme impeccable les idées originales et souvent très neuves, fruits de ses méditations.

D'une rare modestie, Andoyer masquait sous une

bonhomie un peu brusque un cœur excellent; il sera vivement regretté parmi nous.

*
**

Charles Moureu, né à Mourenx (Basses-Pyrénées) le 19 avril 1863, interne en pharmacie des hôpitaux, devint pharmacien de 1re classe en 1891, docteur ès Sciences en 1893, agrégé de chimie et de toxicologie à l'Ecole supérieure de Pharmacie en 1899; il était en même temps chargé de conférences préparatoires au cours de chimie organique.

En 1907, il fut nommé professeur de pharmacie chimique et bientôt succéda à Berthelot au Collège de France.

L'Académie de Médecine l'avait élu en 1907 et vous l'avez admis au milieu de nous en 1911.

Ses premiers travaux concernent les principes constituants de plusieurs essences végétales : eugénol, safrol, astragol et anéthol, dont il a fait l'histoire, et démontré par des essais de synthèse, la constitution. Il a été amené, à la suite de ses recherches sur ces essences dont plusieurs sont des dérivés de la pyrocatéchine, à étudier ce corps et à découvrir une nouvelle classe de composés non saturés à noyau hexagonal bioxygéné symétrique.

Sa belle série de recherches sur les composés acétyléniques lui a permis de découvrir des réactions générales permettant la préparation de nombreuses familles de corps organiques nouveaux, et parmi eux les deux sous-azotures de carbone si étroitement liés au cyanogène, à la fois par leur constitution et leurs propriétés.

Le difficile problème de la chimie des alcaloïdes a été abordé par Moureu avec un plein succès par une étude très complète de la spartéine dont la constitution chimique avait défié les efforts des travailleurs.

La présence des gaz rares dans les sources minérales déjà signalée par de nombreux chimistes, a retenu spécialement son attention, et il a institué un procédé de dosage de minimes quantités de krypton et de néon. La méthode spectrophotométrique qu'il a établie lui a permis de doser un millième de millimètre cube de krypton, et un demi-millième de millimètre cube de néon.

Il entreprit alors méthodiquement l'étude des mélanges gazeux émanés des sources minérales; 57 sources ont été étudiées par lui et dans toutes, les cinq gaz rares ont pu être caractérisés à des doses variables. Parmi ceux-ci l'hélium varie dans de larges limites et, à Maizières (Côte-d'Or), il existe dans la proportion de 5,92 pour 100. Aussi certaines sources sont-elles de véritables gisements d'hélium exploités industriellement.

Moureu a reconnu aussi dans les grisous les mêmes gaz rares, et en particulier d'importantes proportions d'hélium.

Fait remarquable, les rapports entre les quantités d'argon, de krypton et de xénon sont constants, aussi bien dans les eaux minérales que dans les grisous, et Moureu donne une explication ingénieuse de ce fait.

Ces résultats limités d'abord à l'hydrologie seule ont pris une grande ampleur par suite de leur influence sur la Physique du globe et l'évolution de la matière.

La mesure de la radioactivité d'une vingtaine de sources thermales complète ces mémorables recherches.

Rappellerai-je le rôle important rempli par Moureu pendant la guerre où, après une période de surprise douloureuse, il fallut, avec une pléiade de chimistes et de physiologistes, improviser la protection des troupes contre les gaz asphyxiants et organiser de toutes pièces la riposte, qui se fit bientôt rapide et foudroyante.

Entraîneur d'hommes, Moureu avait réuni autour de lui des travailleurs dont il inspirait et dirigeait les travaux; il avait constitué ainsi une puissante réunion de jeunes chimistes, auxquels il communiquait son enthousiasme et ses espoirs.

Avec une généreuse ardeur il avait mené dans les congrès, par des conférences, et dans la presse une active campagne en faveur de la science française pour obtenir à nos laboratoires misérables les subsides nécessaires en matériel et en personnel, et nous lui sommes bien reconnaissants des améliorations que son activité féconde nous a permis d'obtenir avec l'appui de nos confrères.

Frappé en pleine activité, Mourou laisse un grand vide parmi nous, et ce savant épris des vérités scientifiques, d'une bonté rare, à l'enthousiasme généreux, sera unanimement regretté.

*
**

Léon Lindet, né à Paris le 10 avril 1857, fit son apprentissage scientifique au Conservatoire des Arts et Métiers dans le laboratoire d'Aimé Girard, son oncle et notre confrère; il devint préparateur du cours de Chimie industrielle. Docteur ès sciences physiques en 1886, il fut nommé successivement répétiteur, professeur suppléant, enfin professeur titulaire du cours de Technologie agricole à l'Institut national agronomique (1889) où il succéda à Aimé Girard. Elu à l'Académie d'agriculture en 1898, il succéda en 1920, dans la section d'Economie rurale de l'Académie des Sciences, à Th. Schœsing.

Son œuvre est consacrée à diverses industries agricoles : industrie sucrière, de la fermentation, de la meunerie, de la boulangerie, laitière, etc.

Dans ses premières recherches sur les sucres et l'industrie sucrière, il montre que les produits de dédoublement du saccharose sont utilisés par les plantes : le glucose pour la respiration, le lévulose pour la formation des tissus cellulosiques.

Les solutions de saccharose s'invertissent, d'après lui, à la température de 100°, grâce à l'acidité très faible de ce sucre et à celle plus grande du glucose et du lévulose. Les métaux qui donnent des oxydes acides : cuivre, plomb, etc., activent l'inversion; ceux qui donnent des oxydes alcalins : cobalt, fer, zinc, la retardent. Ces résultats, précieux pour les fabricants de sucre, ont été utilisés dans la pratique.

En collaboration avec Aimé Girard, il a réalisé une importante étude sur la composition des raisins de divers cépages et sa variation au cours du développement; il a fait d'intéressantes observations sur la coloration de l'enveloppe du raisin et la localisation dans celle-ci du parfum caractéristique de chaque cépage.

Les hydrates de carbone qui, dans les pommes à cidre, conditionnent la production des sucres, ont été étudiés sur les pommes au fruitier ainsi que sur celles qui restent sur l'arbre; la conclusion est uniforme : l'amidon disparaît, fait place au saccharose qui atteint un maximum, puis décroît à mesure que les sucres réducteurs apparaissent et prédominent au terme de la maturation.

Au cours de ses recherches, Lindet a étudié le mécanisme de la coloration brun rouge du jus de pommes exposé à l'air, démontrant que cette coloration se développe en dehors de toute action microbienne; et il conclut à l'existence d'une diastase oxydant le tannin; mais trouvant cette hypothèse trop hardie il la confia au journal *le Cidre*, 1893. Deux ans plus tard notre confrère G. Bertrand réalisait la brillante découverte des oxydases.

Signalons aussi ses recherches sur l'origine dans les flegmes des alcools supérieurs, des bases azotées, du furfurol; sur la meunerie et la boulangerie; sur le lait où il a découvert deux caséines, dont l'une entièrement soluble a été considérée comme une albumine, l'autre existant en grande partie à l'état colloïdal.

Tous ces travaux ont amené d'importants perfectionnements dans les diverses industries agricoles, où Lindet était le conseiller unanimement écouté.

Sa perte sera vivement ressentie par ses confrères et ses élèves.

Louis MANGIN.

Président de l'Académie des Sciences,
Président de l'Institut de France.

§ 2. — Sciences physiques.

A propos de la table spectroscopique de Kayser.

Tous les spectroscopistes connaissent le beau traité de spectroscopie de Kayser, qui réunit sous forme encyclopédique tous les résultats essentiels de cette science. Le volume VI de ce traité se terminait par une table des longueurs d'onde des raies principales des éléments, table qui a rendu les plus grands services depuis la date déjà lointaine de sa publication (1912). En 1926, Kayser a publié à part une réédition de cette Table, considérablement accrue (19.000 raies au lieu de 10.000), et améliorée sous bien des rapports. C'est sur cette nouvelle table, qui constitue aujourd'hui un outil indispensable pour les recherches de spectroscopie, que je voudrais faire quelques observations.

Bien que ces observations comportent une critique assez grave, je tiens à dire tout de suite qu'elle n'entache l'intérêt de la table que dans un domaine spectral assez restreint. Mais il me paraît important que les spectroscopistes soient prévenus que, dans ce domaine, la table est très médiocre, et même, pour certaines recherches, complètement inutilisable sans une profonde révision. Il s'agit du domaine qui s'étend entre 2.200 et 1.850 angströms environ.

On chercherait en vain dans la Table, préface comprise, une indication quelconque sur la question de savoir si les longueurs d'onde qu'elle contient sont rapportées à l'air ou au vide. Ce silence n'a aucun inconvénient pratique pour les longueurs d'onde supérieures à 2.200 environ, qui, on s'en assure facilement, sont données « dans l'air » comme elles ont été effectivement mesurées. Même observation pour les longueurs d'onde inférieures à 1.850, qui ont été nécessairement mesurées dans le vide, et qui sont en effet rapportées au vide dans la Table. La question se pose au contraire avec acuité pour toutes les longueurs d'onde du domaine intermédiaire, qui ont été mesurées tantôt dans l'air (avec des spectrographes ordinaires utilisant des plaques spéciales), tantôt dans le vide (avec des spectrographes à réseau ou à optique en fluorine). La différence des deux mesures étant, dans cette région, de l'ordre de 0,8 angström, est loin d'être négligeable dans les comparaisons spectroscopiques, d'autant plus que les raies de la table se succèdent en général à des intervalles beaucoup moindres. Il est donc indispensable de spécifier, à côté de chaque longueur d'onde si elle est rapportée à l'air ou au vide. L'absence de toute spécification de ce genre dans la table de Kayser ne serait pas encore bien gênante si une règle uniforme avait été adoptée. Malheureusement il n'en est rien : les raies rapportées à l'air et au vide se succèdent de la manière la plus irrégulière suivant les hasards de la bibliographie qui a servi à l'établissement de la liste. C'est ainsi par exemple que les raies du bore, de longueur d'onde

2.077,79 2.067,88 2.066,41

dont les longueurs d'onde paraissent avoir été empruntées à un mémoire de Bowen et Millikan (Proc. Nat. Acad. 10, p. 199, 1924) sont rapportées au vide, alors que les raies de l'oxygène 2.075,15, 2.072,23, probablement empruntées à Fowler (Proc. Roy. Soc. 110, p. 476, 1926), et que les raies de l'argent

2.065,9 2.033,8 2.000,6 1.993,6 1.956,9 1.956,9, 1.952, 3, etc...

qui paraissent avoir été relevées dans un travail d'Eder (Sitzungsber. Wien, 123, 1914), sont rapportées à l'air.

Le spectroscopiste averti pourra, assurément, ajouter à la table les indications complémentaires indispensables. Il eût été sans doute préférable de lui éviter cette peine et nous exprimons à l'auteur le désir de lui voir adopter pour une prochaine édition une règle uniforme.

Eugène BLOCH.

***

Les cathodes à oxydes.

Les cathodes à émission électronique ait vu depuis quelques années leur utilisation prendre une importance considérable, en particulier dans les lampes triodes et les valves électroniques. On emploie dans ce but soit des filaments métalliques (tungstène, tungstène thorié), soit des cathodes à oxydes alcalino-terreux.

Ces dernières présentent sur les premières des avantages appréciables : elles fournissent une émission électronique très intense à basse température; elles ont une durée considérable, qui peut atteindre plusieurs milliers d'heures; enfin leur longueur montée plus grande permet de construire des lampes présentant des caractéristiques plus intéressantes.

Le tableau suivant, emprunté à une communication de M. Boussard à la Section de Lyon de la Société française de Physique, montre comment se comportent les divers types de cathodes en usage, appréciées d'après la pente de la caractéristique, c'est-à-dire le rapport du coefficient d'amplification à la résistance interne (la pente est exprimée en milliampère/volt, l'émission totale en milliampère par watt dépensé pour le chauffage) :

	Pente	Emission totale
	—	—
Tungstène pur.....	0,1	5
Tungstène thorié	2	30-40
Filaments à oxyde :		
a) de construction ancienne ..	2	30-40
b) modernes	6	100-150

Mais les cathodes à oxyde présentent un grand désavantage : elles sont difficiles à préparer, car il faut réaliser sur le noyau métallique une couche régulière, adhérente et uniforme. Les anciens procédés de Wehnelt et d'Arnold (attaque chimique du platine par les oxydes alcalino-terreux), appliqués industriellement, fournissaient un filament défectueux où la moitié seulement de la surface était recouverte d'oxydes émissifs. Heureusement, les progrès de la technique ont permis de réaliser des cathodes dont l'émission totale dépasse le double de celle que l'on obtenait avec les anciennes. Voici le procédé actuellement employé :

Sur un filament quelconque, par exemple de tungstène, on dépose par électrolyse une couche parfaitement régulière de cuivre ou de nickel, qu'on oxyde ensuite. Puis on fait réagir dans le vide la vapeur du métal alcalino-terreux sur le filament ainsi préparé et mis en place. On obtient ainsi une cathode très robuste, recouverte d'une couche d'oxyde parfaitement régulière.

L. B.

§ 3. — Sciences naturelles.

La faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie.

De nombreux travaux ont été consacrés, au cours de ces dernières années, à l'étude de la faune aquatique continentale de la Berbérie[1]. Ces mémoires, toujours fragmentaires, nous ont fait connaître, certes, un grand nombre de représentants de cette faune, mais ils nous laissaient ignorer à peu près complètement leur bionomie, leur répartition dans les différents types de stations et dans leurs diverses biocœnoses. Dans le but de combler ces lacunes, M. H. Gauthier, Assistant de Zoologie à l'Université d'Alger, a entrepris l'exploration méthodique des eaux continentales de cette région; durant 5 ans, il a parcouru plus de 30.000 km., de la côte au Sahara, du Maroc à la Tripolitaine, a visité les milieux les plus variés (eaux douces courantes, eaux douces stagnantes, eaux saumâtres des chotts, des sebkas, des lacs, des marés permanentes, des estuaires et des lagunes littorales, eaux souterraines) et y a récolté un matériel zoologique considérable. Il vient de publier les résultats de ses recherches en un gros ouvrage qui servira de base à toute nouvelle étude dans ce domaine[2].

Les eaux courantes sont en général peu intéressantes pour le limnologiste en raison de leur régime extrêmement irrégulier; la plupart des cours d'eau, étant à sec en été, n'hébergent guère que des Insectes qui passent la saison chaude à l'état d'imagos dans les buissons riverains et dont les larves, rhéophiles, se développent de l'automne au printemps. Les animaux planctoniques y sont extrêmement rares. La faune s'apauvrit à mesure qu'on s'éloigne des sources, ce qui est dû aux dépôts d'alluvions, à l'instabilité et à l'aridité des rives.

Les eaux douces stagnantes ont une faune riche et variée quand elles sont temporaires, pauvre quand elles sont permanentes. L'auteur attribue ce fait, en apparence paradoxal, à l'absence de précipitations atmosphériques durant la belle saison : les eaux permanentes, surchauffées, fermentent activement, renferment peu d'oxygène, beaucoup de gaz carbonique et de substances organiques toxiques. La hauteur moyenne annuelle des pluies exerce une influence considérable sur la composition de la faune. Dans la zone pluvieuse (hauteur des pluies > 500 m. vivent, avec des formes européennes, des espèces algéro-tunisiennes comme *Diaptomus numidicus*, *D. ingens*, *D. cyaneus*, ou des représentants de la faune subtropicale comme *Ceriodaphnia Rigaudi*, *C. dubia*, *Dunhevedia crassa*. La zone steppique (hauteur des pluies $<$ 300 mm.) héberge des espèces cosmopolites capables de s'adapter aux conditions les plus diverses et des formes que l'on rencontre dans les steppes asiatiques. Dans la zone substeppique, intermédiaire entre les deux précédentes, on rencontre un mélange des faunes de celles-ci; certaines espèces cependant y trouvent leur optimum et débordent peu sur les

1. Voir la bibliographie dans Seurat (L.-G.). Faune des eaux continentales de la Berbérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. du N.*, XIII, 1922.

2. Gauthier (H.). Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie. 1 vol. in-4°, 419 pages, 3 pl., 1 carte, 60 fig. *Alger, imp. Minerva*, 1928.

zones extrêmes (ex. *Cyprinotus barbarus*, *Diaptomus Wierzejskii*, *D. incrassatus*, etc.).

Les Anostracés et Leptostracés, qui en Europe sont rares et apparaissent durant la belle saison, sont dans les eaux douces de Berbérie des formes communes qui éclosent et se développent en plein hiver, quelle que soit la température. Les œufs durables des Daphnies ne se forment pas en hiver comme en Europe, mais en été, qui est la période défavorable. Certains Ostracodes, comme *Eucypris virens* parthénogénétiques en Europe, sont fréquemment sexués dans la région étudiée.

Dans les eaux saumâtres qui occupent le fond des dépressions chottiques, on ne trouve qu'*Artemia salina;* c'est à tort qu'on a cité comme appartenant à la faune des chotts *Orchestia littorea*, des Mollusques, des Poissons, *Rana esculenta*, etc. Ces animaux vivent en réalité dans les mares salées ou les sources artésiennes avoisinantes. Dans les lacs salés de l'intérieur, on rencontre de nombreux Crustacés euryhalins comme *Diaptomus salinus*, *Wolterstorffia brevicornis*, *Cytheridea torosa littoralis* ou sténohalins comme *Branchinectella salina*, *Branchinella media*, *Eucypris ungulata*, etc. Là vivent aussi des Paludestrines et *Cyprinodon fasciatus*, Poisson qui habite les eaux douces ou saumâtres de certaines côtes méditerranéennes, et que l'auteur a trouvé dans les estuaires et lagunes de Berbérie. La faune des eaux saumâtres du littoral est composée en grande partie d'espèces à vaste distribution géographique.

Dans les eaux souterraines (dont l'étude n'a pu être poussée encore très loin), M. Gauthier signale plusieurs Crustacés, dont certains sont nouveaux : Aselles, *Johannella purpurea*, curieux Isopode voisin des *Mancasellus*, aveugle, rouge, d'une source thermale, *Pseudoniphargus*, l'extraordinaire *Thermosbaena mirabilis* trouvé par M. Seurat dans une piscine chaude près de Gabès, etc. Dans les nappes phréatiques du sud-tunisien vit une variété d'*Asellus coxalis* qui a conservé la pigmentation et les yeux de la forme des eaux de surface algéro-tunisiennes.

R.

§ 4. — Art de l'Ingénieur.

Amélioration du facteur de puissance.

Nous nous proposons de dire quelques mots des principaux procédés dont on dispose à l'heure actuelle pour obtenir l'amélioration du facteur de puissance.

Alors qu'un certain nombre des appareils d'utilisation de l'énergie électrique distribuée sous forme de courant alternatif ne produisent pas de perturbations dans le réseau, d'autres présentent le grand inconvénient d'introduire un décalage de phase dans le courant d'alimentation. C'est le cas, en particulier, des moteurs du type asynchrone, dont l'emploi est aujourd'hui très répandu, en raison de leur grande commodité et de la facilité de leur entretien. Le décalage dû à un moteur asynchrone est d'ailleurs d'autant plus fort que le fonctionnement de ce moteur s'écarte davantage de la pleine charge.

De telles machines n'utilisent effectivement, sous forme mécanique, qu'une fraction de l'énergie qu'elles absorbent; cette fraction est l'énergie active et le complément est l'énergie réactive ou courant déwatté, et sert surtout à l'excitation des circuits magnétiques des moteurs. Les moteurs asynchrones ne sont pas les seuls appareils qui introduisent de l'énergie réactive dans les installations; les transformateurs présentent le même inconvénient, mais à un degré bien moindre.

Le « facteur de puissance » ou cos φ d'une installation est le rapport de l'énergie active à l'énergie totale consommée.

Un facteur de puissance insuffisant présente de très nombreux inconvénients, car la production et le transport de l'énergie réactive, qui en est la cause, constituent pour le secteur un surcroît de dépenses qui peut être très important, tout en diminuant le rendement de l'exploitation. Les alternateurs, transformateurs et conducteurs des lignes doivent en effet dans ce cas être prévus bien plus largement que lorsque les installations consommatrices fonctionnent sans énergie réactive; de plus celle-ci rend très difficile le réglage de la tension et oblige les producteurs d'énergie à maintenir en service dans leurs centrales un nombre exagéré de machines fonctionnant avec un rendement insuffisant.

Bien entendu, les secteurs ne peuvent supporter la perte qui résulte pour eux de ce que leurs clients introduisent sur leur réseau une énergie réactive nuisible et ils ont été tout naturellement amenés à pénaliser leurs clients en raison de l'abaissement du facteur de puissance de leur installation. Aussi, depuis une quinzaine d'années, c'est-à-dire depuis que l'emploi des moteurs électriques a pris une extension considérable, alors qu'autrefois le courant alternatif était presque uniquement utilisé pour l'éclairage, les compagnies de distribution d'électricité se sont-elles beaucoup préoccupées de la question; elles ont chacune adopté des méthodes différentes pour la tarification de l'énergie réactive, mais quelle que soit la formule utilisée il en résulte toujours pour le client une augmentation notable des frais généraux de son exploitation.

Les industriels ont donc le plus grand intérêt à relever leur facteur de puissance. Chaque installation comprend en effet à la fois un compteur d'énergie active et un compteur d'énergie réactive dont on relève simultanément les indications; celles-ci permettent de déterminer mensuellement le facteur de puissance moyen qui sert de base à la tarification; cette tarification est d'autant plus avantageuse que le « cos » est plus élevé, bien qu'aucune des formules employées jusqu'à ce jour par les secteurs ne soient à l'abri de toute critique.

Pour améliorer leur facteur de puissance, les industriels doivent d'abord rechercher les causes de mauvais fonctionnement et y remédier par l'emploi d'appareils auxiliaires convenables que l'industrie électrique met aujourd'hui à leur disposition.

Parmi les moteurs à courant alternatif, seuls les moteurs asynchrones absorbent de l'énergie réactive. Les moteurs synchrones lorsqu'ils sont convenablement réglés, ont un facteur de puissance égale à l'unité et par conséquent ne présentent pas les mêmes inconvénients que les précédents; de plus, on peut, par un réglage approprié de leur excitation, leur faire fournir en même temps qu'un couple moteur sur leur arbre une certaine quantité d'énergie réactive sur le réseau qui les alimente. Leur emploi est donc susceptible d'améliorer le facteur de puissance de l'ensemble d'une installation et même de réaliser la compensation complète du courant déwatté provenant des moteurs asynchrones.

Les moteurs synchrones surexcités fournissent ainsi une première solution de l'amélioration du facteur de puissance. Dans les industries où l'emploi de ces moteurs ne convient pas à l'entraînement des machines, on peut même utiliser avec avantage des moteurs synchrones surexcités qui travaillent à vide dans le seul but de fournir du courant déwatté; on les appelle alors compensateurs synchrones; leur construction diffère peu des moteurs synchrones ordinaires, mais plusieurs firmes ont créé des moteurs spéciaux pour cet usage.

Les machines à collecteurs, appelées aussi compensateurs ou avanceurs de phases, peuvent rendre les mêmes services que les moteurs synchrones. On en a construit des modèles assez nombreux qui peuvent être adjoints aux moteurs asynchrones à rotor bobiné; ils n'ont alors de connexions électriques qu'avec le rotor et jouent le même rôle qu'un condensateur introduit dans le circuit de ce dernier. On construit également des moteurs asynchrones compensés qui permettent d'obtenir un facteur presque égal à l'unité pour toute charge et dans lesquels la compensation est effectuée dans le moteur lui-même au moyen d'un enroulement auxiliaire, placé sur le rotor.

La compensation au moyen d'appareils rotatifs, comme ceux que nous venons d'examiner, présente un inconvénient : c'est que ces appareils ont une consommation propre, qui n'est pas négligeable.

Une autre solution très intéressante du problème de l'amélioration du facteur de puissance est fournie par l'emploi de condensateurs statiques, mais ceux-ci sont encore trop coûteux pour que leur utilisation puisse être étendue aux très fortes puissances.

Les condensateurs statiques sont très pratiques car ils n'exigent ni surveillance, ni entretien; de plus, leur encombrement est faible et leur fonctionnement silencieux. On peut donc obtenir grâce à eux l'amélioration du facteur de puissance de deux manières : soit à l'aide de batteries individuelles, adjointes aux diverses machines, soit au moyen d'une batterie centrale; une fois installés ils ne coûtent pratiquement rien. Parmi les nombreux types de condensateurs statiques utilisés pour l'amélioration du facteur de puissance, citons les condensateurs à isolement solide, dans lesquels les plaques sont séparées par les diélectriques en matières isolantes (le plus souvent, un papier spécial); les condensateurs à bain d'huile; les condensateurs à cloisonnement, etc., ces derniers sont en somme des condensateurs fractionnés, qui présentent l'avantage de subdiviser les risques par suite de la mise hors circuit automatique des éléments détériorés. Les condensateurs statiques se recommandent par leur simplicité dans les moyennes et petites installations et notamment dans celles dont la conduite n'est pas confiée à des spécialiste.

En résumé pour améliorer le cos on pourra en 1re approximation tenir compte des considérations suivantes, basées sur la puissance générale de l'installation; mais cette façon de procéder n'aura rien d'absolu et les résultats devront être contrôlés par un calcul économique aussi précis que possible, ou modifiés suivant certaines circonstances particulières.

De 1 à 10 KVA environ, si l'installation ne comporte que de petits moteurs, les condensateurs semblent seuls pouvoir convenir, car on ne fabrique pas couramment des moteurs compensés au-dessous de 5 ch., et leur emploi ne serait guère économique, pas plus que leur prix d'achat. On examinera alors si l'on doit prendre des condensateurs solides ou électrolytiques.

De 10 à 50 KVA, on aura le choix entre les moteurs autocompensés ou autosynchronisés, et les condensateurs. Si l'installation comporte des moteurs au-dessus de 10 ch., placés dans des endroits où la surveillance du collecteur sera facile, on pourra pratiquer la compensation par des moteurs spéciaux; sinon, il faudra avoir recours aux condensateurs : ceux-ci seront d'ailleurs tout indiqués si le facteur de puissance n'est à relever que d'une quantité assez faible et si la consommation est telle que le bénéfice à réaliser soit quand même important.

De 50 à 300 KVA, l'emploi de condensateurs ne pourra se justifier que pour une consommation très supérieure à la normale, par exemple dans le cas d'usines fonctionnant jour et nuit. En général, la comparaison se fera entre le compensateur synchrone et les moteurs spéciaux. Il faudra chercher à employer ces derniers le plus possible, mais le premier trouvera également sa place dans bien des cas. La compensation des gros moteurs en service dans l'usine pourra être effectuée avantageusement avec des compensateurs de phase.

Dans une installation d'une puissance supérieure à 300 KVA, comportant de gros moteurs, leur remplacement par des moteurs compensés ou synchronisés serait très onéreux. On sera donc amené à obtenir le résultat cherché par l'emploi de compensateurs de phase, toutes les fois que cela sera possible. Dans le cas contraire, l'adjonction d'un compensateur synchrone sera tout indiquée, d'autant plus que cet appareil pourra être étudié avec des pertes faibles, que l'on pourra encore diminuer par l'adjonction d'un régulateur automatique. Si l'installation existante est à agrandir et qu'un moteur d'une forte puissance soit nécessaire, il serait plus simple de prendre un moteur compensé ou synchronisé.

L. P.

LA NOUVELLE GÉOMÉTRIE D'EINSTEIN

I. — INTRODUCTION

Dans trois Mémoires récemment parus aux Compte Rendus de l'Académie des Sciences de Berlin, M. Einstein vient de faire connaître une conception nouvelle des fondements de la Géométrie et d'en faire l'application à la théorie générale de l'Electromagnétisme et de la Gravitation. Ces travaux ont attiré dès l'abord l'attention du monde scientifique tout entier. Ils ont déjà servi de point de départ à d'intéressantes recherches, particulièrement dans le domaine de la nouvelle Mécanique quantique. Nous avons jugé qu'il ne serait pas inutile de mettre les lecteurs de la Revue à même d'apprécier ce que les idées d'Einstein présentent de caractéristique. La meilleure façon de les faire comprendre paraît être de les confronter avec les autres théories déjà acclimatées dans la Science (théorie de Riemann, théorie de Weyl, théorie d'Eddington, théorie de Cartan, ancienne théorie d'Einstein). En précisant les points communs et les écarts des différentes conceptions, on peut espérer saisir plus nettement les postulats constitutifs de chacune d'elles.

II. — LA GÉOMÉTRIE DE RIEMANN ET LA GÉOMÉTRIE DE WEYL

Les esprits les plus rebelles ont fini par se familiariser avec l'interprétation géométrique qu'a donnée d'abord Einstein de l'Univers où nous vivons et des lois de Gravitation qui le régissent. L'Univers est un continu, un *espace* à 4 dimensions, où le temps t joue à peu près le même rôle que les 3 coordonnées spatiales x_1,x_2,x_3; on peut convenablement désigner le temps par la lettre x_4, ou mieux par ix_4, si l'on tient à spécifier formellement sa légère dissemblance avec l'espace. Supposons que l'Univers puisse être immergé dans un espace euclidien à 5 dimensions[1] : il entretiendra avec ce milieu les mêmes rapports qu'une surface de notre géométrie ordinaire entretient avec l'espace ordinaire à 3 dimensions : nous pourrons l'appeler une *surface* à 4 dimensions, et c'est l'image qui semble le mieux appropriée à sa description. La Physique n'est autre chose qu'une description exacte de la surface d'Univers. Elle n'a plus à rechercher, en s'appuyant sur l'ancienne idée de causalité, comment les grandeurs définies dans l'espace sont influencées par le cours du temps. Son objet propre est de discerner, sur la surface à 4 dimensions que nous habitons, les particularités géométriques dignes d'être notées et de montrer comment ces particularités s'impliquent les unes les autres.

L'hypothèse la plus simple, celle qu'Einstein a faite dès le début, consiste à assimiler de tous points la surface d'Univers aux surfaces à deux dimensions qui font l'objet de la Géométrie usuelle. On sait que les propriétés intrinsèques des surfaces ordinaires sont parfaitement connues sitôt qu'on connaît, en fonction des coordonnées x_1 et x_2 du point P, le carré de la distance qui sépare ce point d'un point quelconque infiniment voisin P' (x_1+dx_1,x_2+dx_2). Appelons ds cette distance et posons

$$ds^2 = g_{11}dx_1^2 + 2g_{12}dx_1dx_2 + g_{22}dx_2^2. \qquad (1)$$

Le second membre de cette équation est la *forme métrique* quadratique attachée à la surface au point P. Les grandeurs g_{11},g_{12},g_{22} qui y figurent sont des fonctions de x_1,x_2. Si l'on suppose ces fonctions connues, il est possible d'énoncer un certain nombre de propriétés géométriques appartenant à la surface que nous envisageons : l'ensemble de ces propriétés constitue une Géométrie de Riemann sur la surface, et la surface elle-même s'appelle une surface riemanienne. Parmi les propriétés les plus typiques d'une telle surface, on peut indiquer l'existence d'une *courbure totale* calculable en chaque point. S'il arrive que la courbure totale soit partout nulle, la Géométrie de Riemann se réduit à la Géométrie d'Euclide, la surface riemanienne est applicable sur le plan.

Les propriétés géométriques d'une surface de Riemann, et particulièrement sa courbure, sont celles qui ont été mises à profit par Einstein, dans sa théorie de la Relativité généralisée, pour arriver à une description exacte des lois de la gravitation. C'est ainsi que les *potentiels de gravitation*, dont dépendent finalement les forces attractives s'exerçant entre les corps, sont étroitement apparentés avec les fonctions g_{ik} (qui sont au nombre de 10 pour une variété à 4 dimensions). Toutes les grandeurs physiques ayant une signification concrète peuvent s'identifier avec des êtres géométriques (scalaires, vecteurs, tenseurs, etc.) attachés à la surface de Riemann et indépendants de tout système de coordonnées. Si l'on choisit un système de coordonnées particulier, les *composantes* des vecteurs et des tenseurs s'expriment d'une façon covariante à l'aide des fonctions g_{ik} et de leurs dérivées, écrites dans le même système.

Cette façon de faire qui a conduit Einstein à

1. Ou à plus de 5 dimensions.

construire l'édifice classique qu'est la Relativité généralisée, présente pourtant une lacune grave. Elle laisse en dehors d'elle toute la partie de la Physique qui s'occupe de l'Electromagnétisme. Or, nous sommes portés de plus en plus, par l'analyse des faits expérimentaux, à croire que l'Electromagnétisme est la clef de la plupart des phénomènes naturels. Tout ce qui n'est pas Gravitation pure semble être Electromagnétisme pur, et c'est un des traits communs aux conceptions modernes les plus diverses que cette division pour ainsi dire spontanée des lois naturelles en deux groupes : Electromagnétisme d'un côté, Gravitation de l'autre. Si la théorie einsteinienne peut être considérée comme satisfaisante en ce qui concerne la Gravitation, il a fallu, pour rendre compte de l'Electromagnétisme, une hypothèse géométrique nouvelle, non contenue dans la Géométrie riemanienne. Cette hypothèse a été énoncée par H. Weyl avec autant de hardiesse que de succès. Dans la théorie de Weyl, la forme métrique (1) ne suffit plus à mesurer l'élément de longueur au point P. Il faut se donner encore l'unité de longueur employée pour cette mesure, et cette unité peut varier d'un point à l'autre. Se donner conventionnellement un étalon en chaque point, équivaut à se donner en chaque point une fonction $\lambda(x,y)$ par laquelle on multipliera

$$\sqrt{g_{ik}dx_i dx_k}$$

afin d'avoir la longueur ds. Comme le montre Weyl, l'arbitraire introduit par cette fonction $\lambda(x,y)$ est tel que, moyennant une hypothèse très simple entièrement calquée sur l'hypothèse fondamentale de la géométrie riemanienne, on est amené à attacher à la surface, outre la forme quadratique (1), une *forme linéaire* (2).

$$d\varphi = \varphi_1 dx_1 + \varphi_2 dx_2 + \cdots \varphi_n dx_n \qquad (2)$$

dont les coefficients permettent de construire les grandeurs tensorielles électromagnétiques comme les coefficients g_{ik} de (1) permettent de construire les tenseurs de gravitation.

III. — Espace affiné et espace métrique

Même après les récentes publications d'Einstein, la théorie de Weyl garde une puissance et une simplicité qui lui valent la prédilection de nombreux savants. Nous la laisserons néanmoins en dehors du cadre de nos comparaisons, quittes à y revenir sommairement un peu plus loin. La raison en est que la nouvelle théorie d'Einstein, tout comme l'ancienne, passe sous silence la question du changement d'étalonnage qui est à la base de la théorie de Weyl. Pour Einstein, comme pour Riemann, et comme pour le bon sens vulgaire, la question ne se pose pas de savoir si nous devons en chaque point de l'Univers utiliser une unité de mesure spéciale. Nous admettons implicitement, ou nous posons explicitement, que l'unité de mesure une fois choisie en un point P peut être identifiée sans ambiguïté avec l'unité de mesure attachée en un point différent P' : On peut par exemple transporter l'unité de mesure de P en P' suivant un chemin quelconque sans qu'elle change de longueur. L'étalon prototype du mètre a pu être reproduit sur place un certain nombre de fois et les copies qu'on en a faites être expédiées en divers pays sans que chacune d'elles cesse de valoir un mètre : si l'on ramenait une de ces copies en son lieu d'origine suivant un trajet quelconque, on vérifierait, par comparaison avec le prototype, qu'elle vaut encore un mètre. D'une façon générale, la longueur unité est la même partout, parce que nous prenons en tout point comme unité de longueur la longueur, *unique et bien déterminée*, du mètre étalon. Nous avons souligné les mots *unique et bien déterminée*, pour souligner l'hypothèse faite implicitement par l'instinct vulgaire, par Riemann et par Einstein. Après avoir explicité cette hypothèse, nous sommes libres d'en suivre les conséquences logiques en nous rappelant seulement qu'il existe d'autres types de géométries tout aussi logiques où on part de l'hypothèse opposée : le transport d'une longueur modifie cette longueur, et lorsqu'on revient au point de départ on ne retrouve pas la longueur initiale; le transport des longueurs n'est pas *intégrable* (géométrie de Weyl).

Il est une autre distinction dont l'importance fondamentale a également été mise en lumière par Weyl, et dont nous allons avoir à faire un usage constant. C'est la distinction entre les propriétés *affines* et les propriétés *métriques* de l'espace, ces deux sortes de propriétés étant en principe entièrement indépendantes les unes des autres. Nous avons dit plus haut qu'un espace métrique est caractérisé par une forme quadratique (définie et positive) du type (1). Il faut connaître cette forme quadratique pour pouvoir parler de la *longueur* d'un vecteur infiniment petit ou de dimensions finies. Il faut la connaître également pour pouvoir parler de l'*angle* de deux vecteurs, en particulier pour pouvoir décider si cet angle est nul ou égal à un angle droit, c'est-à-dire pour pouvoir reconnaître si deux vecteurs sont *parallèles* ou *orthogonaux*. (L'angle α de deux vecteurs de composantes $\zeta_1\zeta_2$ et $\eta_1\eta_2$ est défini par la formule

$$\cos\alpha = \frac{\xi_1\xi_2 + \eta_1\eta_2}{ds_1 ds_2}. \qquad (3)$$

Toute la géométrie des longueurs et des angles n'est possible que dans un espace métrique, c'est-à-dire dans un espace muni de sa forme quadratique invariante (1).

Mais indépendamment de toute forme métrique, nous pouvons considérer les vecteurs comme des êtres géométriques *définis par n composantes* et convenir que deux vecteurs s'ajoutent géométriquement (de façon à en former un troisième) quand on ajoute leurs composantes. Un grand nombre de propositions peuvent se déduire de cette simple notion de l'additivité vectorielle : leur ensemble constitue la *Géométrie affine*. On dit qu'un espace est un espace *affine* au voisinage du point P lorsque l'on peut construire en ce point des vecteurs infiniment petits arbitraires (définis par leurs composantes) et ajouter géométriquement ces vecteurs. Une surface quelconque possédant partout un plan tangent est affine au voisinage de chacun de ses points. Le plan euclidien est un espace affine en chacun de ses points, le voisinage de ce point comprenant l'espace tout entier : l'addition de vecteurs ayant des composantes aussi grandes qu'on le veut est une opération permise dans le plan euclidien.

Nous avons dit que la nouvelle théorie d'Einstein, pas plus que l'ancienne, ne diffère de la théorie de Riemann par la métrique qu'elle impose à l'espace (et qui est toujours définie par la forme quadratique ds^2). C'est donc seulement par la comparaison des propriétés affines que nous pourrons spécifier le postulat d'Einstein, grâce auquel la nouvelle théorie, à la différence de l'ancienne, peut servir à décrire aussi bien l'Electromagnétisme que la Gravitation. Nous tenons à insister dès à présent sur ce fait que si Einstein est arrivé à construire, comme il le dit lui-même, une *théorie du champ unitaire*, c'est-à-dire une théorie valable à la fois pour la Gravitation et pour l'Electromagnétisme, c'est par une innovation qui porte non sur la structure métrique, mais sur la structure affine de l'Univers. Il y a là une différence essentielle entre la nouvelle théorie d'Einstein et la théorie de Weyl.

IV. — Connexion affine

Il n'est pas en notre pouvoir d'étudier une surface s'il n'est pas possible de tracer sur cette surface au moins un *système de coordonnées* S_0. Nous voulons dire par là qu'on doit pouvoir associer à tout point P de la surface, d'une façon univoque et réciproque, un système de nombres $x_1.x_2.x_3...x_n$ (pris dans cet ordre) grâce auquel nous pouvons repérer le point P sans confusion avec aucun autre. Pour matérialiser un système de coordonnées, on peut commencer par tracer sur la surface une première famille de courbes, dites courbes coordonnées x_1, assujetties à la condition de ne pas se couper dans toute la région de la surface que l'on étudie, région qui peut comprendre la surface tout entière. Les courbes x_1 forment un ensemble dénombrable, on peut les numéroter $0, \pm 1, \pm 2, \pm N$, N étant un entier aussi grand qu'on le veut. La courbe numérotée 0 ne se distingue en rien des autres, on peut aussi bien commencer le numérotage à une courbe quelconque. On suppose enfin que l'on pourrait tracer si besoin était des courbes x_1 en ensemble continu par interpolation entre les courbes dénombrables, de façon qu'à *tout* nombre x_1 corresponde une courbe coordonnée et une seule. Alors en *tout* point de la surface passe une courbe coordonnée x_1 et une seule : on dit que le point P a pour première coordonnée x_1. On trace ensuite une famille de courbes x_2, une famille de courbes x_3, etc., assujetties à des conditions similaires. On arrive ainsi à attacher à tout point P de la surface un ensemble de coordonnées $x_1x_2x_3...x_n$; inversement, si l'on connaît $x_1x_2x_3...x_n$ on retrouvera par cheminement le long des courbes coordonnées le point P et lui seul. Par exemple, dans le cas du plan euclidien, le système de coordonnées S_0 peut être constitué par deux familles de droites (coordonnées cartésiennes obliques). Il existe encore, dans le cas du plan euclidien, une infinité d'autres systèmes de coordonnées rectilignes ou curvilignes.

Les surfaces courbes qu'étudie la géométrie ordinaire (géométrie de Riemann) possèdent certaines des propriétés du plan euclidien. En tout point P où elles ont un plan tangent elles peuvent être confondues en première approximation avec ce plan et par suite on peut, en se limitant au voisinage du point P, choisir comme système de coordonnées sur la surface l'un quelconque des systèmes de coordonnées du plan tangent. Réciproquement, si comme nous l'avons fait tout à l'heure on fixe un système de courbes coordonnées S_0 sur la surface les tangentes à ces courbes marqueront en chaque point le système d'axes coordonnés à adopter pour le plan tangent. Nous pouvons de la sorte admettre indifféremment qu'un vecteur infinitésimal ayant son origine en P appartienne soit à la surface soit au plan euclidien tangent : ses composantes seront les mêmes dans les deux cas. Seulement si le vecteur appartient réellement au plan tangent, c'est une propriété essentielle du plan euclidien qu'un vecteur donné peut y être transporté du point P en tout autre point voisin (ou éloigné) *sans changer de composantes*. Pour employer un autre langage, nous

dirons qu'à tout vecteur ayant son origine au point P du plan correspond, d'une façon univoque et réciproque, un vecteur *congruent* ayant son origine en un point P' quelconque. Deux vecteurs sont congruents quand leurs composantes sont les mêmes dans un système d'axes cartésiens donné (et par suite dans tous les autres). La possibilité du transport congruent des vecteurs entre un point P et tous les points P' de son voisinage caractérise l'existence d'une *connexion affine* au voisinage du point P. Le plan euclidien possède une connexion affine au voisinage de chacun de ses points, et cette connexion est la même pour tous. Il est naturel d'essayer d'étendre l'idée de connexion affine au voisinage du point P *sur la surface courbe*. Nous supposerons donc que sur cette surface comme sur le plan on puisse se donner un système de coordonnées S_1 (qui ne sera pas nécessairement le système S_0 construit précédemment) satisfaisant à la condition suivante : tout vecteur infinitésimal attaché au point P peut être associé d'une façon univoque et réciproque à un vecteur *congruent* attaché en P', la congruence signifiant encore l'identité des composantes dans le système de référence choisi. On dit alors que la surface possède une *connexion affine* en P. C'est seulement quand on s'est donné la connexion affine d'une surface en P que l'on peut comparer entre eux des vecteurs ayant leur origine en des points différents (mais voisins) P et P' et décider si ces vecteurs sont ou ne sont pas congruents entre eux [1].

Il est facile d'expliciter sous forme algébrique l'hypothèse que nous venons de faire touchant l'existence d'une connexion affine au point P. Soient ξ_i (i=1,2,3,4) les composantes d'un vecteur quelconque issu de P, rapportées à un système de coordonnées arbitrairement choisi (par exemple notre système S_0) ; soient δx_i les coordonnées du point P' dans ce même système. Nous posons qu'il existe un vecteur congruent à ξ issu de P' et que nous appelons ξ'. Ce vecteur aurait en P' les mêmes composantes que le vecteur ξ en P si nous avions adopté le système d'axes S_1 dont l'existence a été admise plus haut. Soient $\delta\xi_i$ les variations $\xi_i - \xi_i$ évaluées dans le système S_0. Il nous suffit de savoir que le vecteur ξ' est unique et bien déterminé (convention indépendante de tout système coordonné) pour être sûrs que dans notre système S_0 par exemple les $\delta\xi_i$ sont des fonctions linéaires tant des ξ_i que des δx_i. Ecrivons donc l'équation bilinéaire

$$\delta\xi_i = \sum \Gamma^i K_r \xi^k \delta x^r$$

dans laquelle on supprime, suivant l'usage, le signe Σ portant sur des indices sommables,

$$\delta\xi^i = \Gamma^i K_r \xi^k \delta x^r \qquad (4)$$

et nous aurons exprimé précisément l'existence d'une connexion affine en P [1]. Les lettres Γ^{ik} (qui sont en nombre n^3 et entièrement indépendantes les unes des autres) s'appellent les *symboles de la connexion affine*. Ce sont des fonctions de $x_1 x_2 x_3 \ldots x_n$ qui ont des valeurs bien déterminées en tout point si la surface possède une connexion affine en tout point. Tel est le cas par exemple pour le plan euclidien. Les Γ^i_{kr} n'y sont plus des fonctions entièrement indépendantes parce que la connexion affine du plan est la même partout. C'est la propriété qui distingue le plan *euclidien-affine* de la surface à connexion affine la plus générale.

Dans le cas particulier où nous choisissons comme système de coordonnées le système S_1, les Γ^i_{kr} s'annullent identiquement en P. C'est aussi ce qui se passe pour le plan euclidien si l'on se sert de coordonnées cartésiennes, c'est-à-dire de lignes droites. On appelle parfois le système S_1 système de coordonnées *géodésique en P* pour rappeler que les lignes droites sont les courbes géodésiques du plan. L'hypothèse d'une connexion affine en P est alors équivalente à celle de l'existence d'un système de coordonnées géodésique en P. C'est l'hypothèse que l'on fait toujours dans la géométrie de Riemann et dans toutes les autres. Nous préférons pour le moment ne pas désigner notre système S_1 sous le nom de système géodésique, car ce terme, évoquant des notions de plus courte distance, n'a pas sa place dans la géométrie purement affine. Nous avons postulé simplement l'existence d'un système de coordonnées *privilégié* dans lequel le transport congruent des vecteurs s'exprime par l'absence de variation de leurs composantes.

V. — Connexion Métrique

Nous pouvons ici indiquer, à titre de parenthèse, le raisonnement remarquablement simple qui a permis à Weyl d'introduire, à côté de la notion de connexion affine, la notion homologue de *connexion métrique*. Dans un espace doué d'une métrique définie par la forme quadratique (1), il est possible de mesurer toutes les longueurs au

1. Différents géomètres, en particulier Levi-Civita, emploient le mot de *parallèles* au lieu de *congruents*. Nous évitons volontairement ici de parler de parallélisme, notion qui évoque la notion d'angle, laquelle dérive non des propriétés affines, mais des propriétés métriques de l'espace (V. ci-dessus).

1. Il est facile de montrer en effet qu'on peut trouver alors un système de coordonnées dans lequel $\xi\delta_i = 0$.

point $P(x_i)$, mais non pas de comparer ces longueurs aux longueurs mesurées en un point voisin $P'(x_i+\delta x_i)$: l'espace n'a pas encore de *connexion métrique*. Pour lui donner cette connexion, il faut supposer que parmi tous les systèmes E d'étalonnage possibles (correspondant à un choix arbitraire de la fonction $\lambda(x.y)$ il existe un système privilégié E_1 tel qu'à toute longueur l mesurée en P corresponde une longueur l' et une seule mesurée en P', satisfaisant à la condition

$$\delta l = l' - l = 0.$$

Le système d'étalonnage privilégié peut s'appeler *géodésique en* P. Si nous passons de ce système à un système quelconque (par exemple au système d'étalonnage E_0 adopté primitivement) le fait seul qu'il y a correspondance univoque et réciproque entre l et l' montre que δl est fonction linéaire tant de l que des δxi. L'équation bilinéaire

$$\delta l = l(\varphi_1\delta x_1 + \varphi_2\delta x_2 + \cdots\cdots + \varphi_n\delta x_n \qquad (5)$$

exprime donc l'existence d'une connexion métrique, au même titre que l'équation (4) exprime l'existence d'une connexion affine. C'est le résultat que nous avons déjà annoncé. Les deux longueurs l et l' qui se correspondent sont dites *égales*. L'hypothèse de la connexion métrique revient à supposer qu'on peut déplacer infiniment peu une longueur en la laissant *égale à elle-même*. Les symboles φ^i qui caractérisent la connexion métrique s'annulent au point P si l'étalonnage choisi est géodésique en ce point. Ils s'annulent identiquement s'il est possible de trouver un étalonnage privilégié qui soit géodésique en tout point. Dans ce cas, la Géométrie de Weyl se réduit à la Géométrie de Riemann.

VI. — Connexion affino-métrique de Riemann

Revenant à l'expression (4) de la connexion affine, nous remarquons que rien n'empêche de choisir sur une surface donnée (par son système de coordonnées et son ds^2) les symboles Γ^i_{kr} d'une façon entièrement arbitraire : il en résultera seulement un arbitraire correspondant dans la définition du transport congruent lequel pourra se trouver dépourvu d'intérêt pratique. Mais s'il arrive que la surface est douée d'une connexion métrique, il y aura maintenant un intérêt évident à choisir les symboles Γ^i_{kr} de façon que le transport *congruent* soit aussi un transport *égal:* en même temps qu'un vecteur se déplace de façon à rester congruent à lui-même, sa longueur se déplacera en gardant même mesure. La condition pour qu'il en soit ainsi est facile à écrire analytiquement. Elle s'exprime, comme l'a montré Weyl, par les équations

$$\Gamma_{r,ik} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial g_{ir}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{kr}}{\partial x_i} - \frac{\partial g_{ik}}{\partial x_r}\right) + \left(g_{ir}\varphi_k + g_{kr}\varphi_i - g_{ik}\varphi_r\right) \qquad (6)$$

qui se réduisent, dans le cas particulier de la géométrie riemanienne, aux formules classiques

$$\Gamma_{r,ik} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial g_{ir}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{kr}}{\partial x_i} - \frac{\partial g_{ik}}{\partial x_r}\right). \qquad (7)$$

Les symboles de la connexion affine s'expriment, dans le cas présent, d'une façon parfaitement définie en fonction des coefficients de la forme métrique (et de leurs dérivées). La connexion affine déterminée par (7) peut s'appeler *affino-métrique*. C'est elle qui est à la base de la géométrie ordinaire des surfaces. Elle se retrouve aussi sans changement dans la nouvelle théorie d'Einstein.

VII. — Systèmes de coordonnées intégrables et non intégrables

Nous avons dit plus haut que la connexion affine pure (envisagée indépendamment de toute métrique) correspond à un choix entièrement arbitraire des fonctions Γ^i_{kr}. Il y a pourtant sur ce point une restriction à faire. La formule (4), qui traduit l'existence d'un fait concret (transport congruent des vecteurs), est naturellement vraie dans tout système de coordonnées. Mais d'après la définition que nous avons donnée de cette expression *système de coordonnées*, il est clair que si nous disposons de deux systèmes de coordonnées S et S', les nombres x' sont des fonctions uniformes et bien déterminées des nombres x relatifs au même point. On aura donc des formules de transformation du type

$$x'_i = f_i(x_1x_2x_3x_4) \qquad i = 1,2,3,4 \qquad (8)$$

et en particulier, si on se limite au voisinage du point P, on pourra écrire les formules différentielles

$$dx'_i = h^1{}_i dx_1 + h^2{}_i dx_2 + h^3{}_i dx_3 + h^4{}_i dx^4 \qquad (8')$$

Ici les fonctions $h(x_1,x_2,x_3,x_4)$ ne sont pas entièrement arbitraires. Elles sont assujetties aux conditions d'intégrabilité

$$\frac{\partial h^\alpha{}_i}{\partial x_\beta} = \frac{\partial h^\beta{}_i}{\partial x_\alpha} \qquad (9)$$

qui expriment que l'on peut remonter de (8') à (8) par une intégration conduisant à des valeurs finies parfaitement uniformes. L'existence des relations (9) entraîne une conséquence importante : les symboles Γ^i_{kr} sont nécessairement *symétriques* par rapport au couple d'indices inférieurs. C'est ce

qui résulte d'un calcul facile, indiqué par exemple par Weyl. On a de la sorte

$$\Gamma^i_{kr} = \Gamma^i_{rk} \qquad (10).$$

C'est la restriction à laquelle nous faisions allusion tout à l'heure et qui provient du fait que les formules de la connexion affine ont été supposées écrites dans un système de coordonnées *uniformes* ou système de coordonnées *intégrables*.

Ce résultat nous suggère l'idée de généraliser la notion ordinaire de système de coordonnées de façon à l'étendre à des systèmes de coordonnées infinitésimales *non intégrables*. Voici ce qu'il faut se représenter sous ce nom. Envisageons sur la surface, outre le point P, divers points infiniment voisins de P tels que $P_1, P_2, P_3 \ldots$ Au point P, que nous pouvons supposer placé à l'origine du système S_0, nous traçons les tangentes aux deux courbes coordonnées de ce système. Nous déterminons ainsi dans le plan tangent en P un système d'axes cartésiens. Soient $\delta x_0, \delta y_0$ les coordonnées de P_1 rapportées à ces axes. En P_1 nous traçons dans le plan tangent à la surface deux droites quelconques qui déterminent de même un nouveau système d'axes cartésiens locaux : soient $\delta x_1, \delta y_1$, les coordonnées de P_2 rapportées à ces axes. Continuons ainsi de proche en proche et revenons en P après avoir décrit un polygone fermé infinitésimal. Les variations successives des coordonnées locales auront été $\delta x_0, \delta x_1, \delta x_2, \ldots \delta y_0, \delta y_1, \delta y_2 \ldots$ et la somme de ces variations sera $\Sigma \delta x$ ou $\Sigma \delta y$. *Ces deux sommes ne seront pas nulles* si j'ai choisi en chaque point d'une façon arbitraire le système cartésien local. Ecrire qu'elles sont nulles, c'est spécifier que j'ai pris comme axes cartésiens successifs des axes de coordonnées intégrables. Alors nous reviendrons en P avec la valeur même des coordonnées x_0, y_0 que nous avions au départ (zéro par exemple), et l'ensemble de nos axes cartésiens sera tangent à un système de courbes coordonnées sur la surface (coordonnées uniformes dans l'étendue envisagée). Mais c'est là une circonstance tout à fait particulière. Si nous excluons toute condition restrictive, nous devons poser qu'il est possible de choisir sur la surface, en chacun de ses points, un système local privilégié et de repérer par rapport à ce système l'entourage immédiat du point. La loi suivant laquelle nous choisissons les systèmes locaux est largement arbitraire : Il suffit qu'elle soit continue et que l'observateur, se déplaçant de P en P', sache reconnaître quels sont les axes qu'il doit utiliser successivement. L'ensemble de tous les axes ainsi reliés entre eux ne forme pas un système de coordonnées et il ne saurait servir à repérer d'une façon uniforme les points de la surface, si nous ne disposons pas par ailleurs d'un système de coordonnées intégrables S_0. Mais il peut rendre d'autres services, et c'est ici que nous touchons au point caractéristique de la nouvelle théorie d'Einstein.

VIII. — POLYAXES ET CHAMPS DE POLYAXES

Einstein a nettement distingué les axes de coordonnées non intégrables dont nous venons de parler des systèmes de coordonnées proprement dits qui sont intégrables. Il a décidé à juste titre de les qualifier d'un mot nouveau (*n-Bein*) qu'il est assez malaisé de traduire en français mais pour lequel nous proposons la dénomination de *polyaxe*. Le polyaxe d'Einstein n'est donc autre chose qu'un ensemble de n vecteurs de base attachés au point P $(e_1, e_2, e_3 \ldots e_n)$ et tels que tout autre vecteur ξ situé en ce point soit de la forme

$$\xi = \xi_1 e_1 + \xi_2 e_2 + \cdots \xi_n e_n.$$

Comme on le voit, le polyaxe d'Einstein n'est pas un être mathématique nouveau, c'est le système de référence bien connu de la Géométrie affine. Ce qui est original chez Einstein, c'est l'emploi des *champs de polyaxes (n-Bein Feld)* étendus à une surface comme systèmes constitutifs de la Géométrie de cette surface. A vrai dire, l'idée d'Einstein se trouve déjà exposée, sous une forme à peine différente, dans les travaux bien connus de M. Cartan. C'est à ce géomètre qu'on doit d'avoir montré l'utilité d'adjoindre à chaque point d'une surface un trièdre mobile arbitraire, comme l'avait déjà fait Darboux avec un moindre degré de généralité. Que l'on utilise les notations de Cartan ou celles d'Einstein on arrive de toute manière à cette notion qu'il est aussi naturel (et plus général) de se donner sur une surface à n dimensions un champ de polyaxes qu'un système de coordonnées. Le second n'est qu'un cas particulier du premier. En caractérisant une surface par un ensemble ou champ de polyaxes privilégié, nous allons pouvoir étendre les propriétés affines ou affino-métriques de cette surface assez pour énoncer, après les théorèmes de la Gravitation, les théorèmes de l'Electromagnétisme.

IX. — LA GÉOMÉTRIE D'EINSTEIN

Se donner un champ de polyaxes sur une surface, c'est se donner le moyen de dire si en deux points voisins P et P' deux vecteurs sont ou ne sont pas congruents, c'est donc se donner une connexion affine sur la surface. Les vecteurs congruents sont ceux qui ont mêmes composantes dans deux polyaxes voisins. La définition de la congruence est la même pour Einstein et pour Rie-

mann. La seule différence est que le polyaxe riemanien fait partie d'un système de coordonnées intégrables, alors que le polyaxe d'Einstein est libre de tout lien. Une conséquence immédiate de la généralité conférée à la géométrie d'Einstein par sa plus grande liberté est la suivante : nous pouvons décider de la congruence des vecteurs non seulement en deux points P et P' infiniment rapprochés, *mais en deux points séparés par une distance finie.* La congruence des vecteurs a un sens quel que soit l'écartement des deux points où on les compare, puisque les deux polyaxes locaux attachés à ces points sont reconnaissables sans ambiguïté. Einstein caractérise sa nouvelle géométrie comme une *Géométrie du parallélisme à distance.* Tandis que la congruence des vecteurs à distance finie est en général impossible dans la Géométrie de Riemann (parce que les systèmes de coordonnées intégrables qui la définissent ne peuvent la comporter que dans le cas euclidien) elle est la règle ordinaire pour Einstein, parce qu'un champ de polyaxes est entièrement libre.

On peut exprimer d'une autre manière le fait fondamental de la géométrie einsteinienne en disant que pour elle les symboles Γ^i_{kr} de la connexion affine sont véritablement arbitraires. La relation de symétrie

$$\Gamma^i_{kr} = \Gamma_{irk}$$

imposée à la géométrie riemanienne par l'intégrabilité des systèmes de coordonnées n'a plus sa raison d'être ici. En particulier les symboles de la connexion affine peuvent aussi bien être *antisymétriques* que *symétriques* par rapport à r,k. (On appelle antisymétriques des symboles satisfaisant à la condition $(\Gamma^i_{kr} = -\Gamma^i_{rk})$.

Sous cette forme, l'énoncé du postulat d'Einstein montre l'étroite parenté qui unit la géométrie d'Einstein aux théories très générales d'Eddington et de Cartan. L'existence d'un système de polyaxes ne fait qu'illustrer géométriquement l'existence d'une connexion affine du type (4). Des symboles Γ^i_{kr} de la connexion affine, on peut déduire en suivant les calculs classiques de Riemann et de Christoffel, l'expression du *tenseur de courbure* qui mesure la variation subie par les composantes d'un vecteur quelconque par transport congruent suivant un cycle fermé. Ce tenseur se décompose identiquement en la somme de deux autres, l'un symétrique, l'autre antisymétrique par rapport à certains couples d'indices. Le tenseur symétrique subsiste seul dans la géométrie de Riemann, tandis que pour Eddington il faut le compléter par un tenseur conjugué antisymétrique. Les invariants dérivés du tenseur de courbure symétrique caractérisent d'après Eddington les phénomènes de Gravitation sur la surface d'Univers. Les invariants dérivés du tenseur antisymétrique régissent l'Electromagnétisme. Eddington montre d'ailleurs que la connexion affino-métrique de Weyl (formule (7)) est un cas particulier d'une connexion beaucoup plus générale à caractère partiellement antisymétrique.

D'autre part, la Géométrie de Cartan, qui repose également sur la formule la plus générale de la connexion affine, se distingue de la Géométrie de Riemann en ce que la différence

$$\Lambda^i_{kr} = \Gamma^i_{kr} - \Gamma^i_{rk} \qquad (11)$$

dont le caractère tensoriel est facile à démontrer, est regardée comme différente de zéro. Ceci s'interprète, d'après ce qui a été dit plus haut, en remarquant qu'il y a un *écart d'intégrabilité* des coordonnées locales lorsque le point P décrit un chemin fermé. Géométriquement, M. Cartan exprime le même fait en disant que le transport congruent du polyaxe P suivant un chemin fermé, transport qui revient finalement à une superposition exacte si l'on se déplace sur la surface, ne revient pas à cette superposition si on le suppose effectué dans l'espace euclidien : le polyaxe final diffère du polyaxe initial par une *rotation* et par une *translation.* C'est à la translation associée au tenseur Λ^i_{kr} que M. Cartan, et avec lui M. Eyraud, donnent le nom de *torsion.* Le symbole symétrique $\Gamma^i_{kr} + \Gamma^i_{rk}$ est associé à la rotation produite par la *courbure* ordinaire.

X. — Les deux parallélismes d'Einstein

Nous pouvons maintenant résumer de la façon suivante les postulats qui sont à la base de la nouvelle géométrie d'Einstein :

La surface d'Univers possède *deux connexions affines* distinctes, deux possibilités différentes du transport congruent des vecteurs. Nous pouvons si nous le voulons employer avec Einstein le mot de *parallélisme* pour désigner la relation de deux vecteurs congruents suivant l'une de ces deux connexions, mais alors il faudra introduire un autre mot pour désigner la congruence suivant l'autre type de connexion : le vecteur $A+dA$ qui se déduit par parallélisme du vecteur A lorsqu'on passe de P en P' en respectant la première connexion affine n'est pas identique au vecteur $A+\overline{dA}$ qui se déduit par parallélisme (de seconde espèce) en respectant la connexion affine de seconde espèce.

Le premier parallélisme admis par Einstein est le parallélisme affino-métrique (formule 7) de la géométrie de Riemann. A cet égard, la théorie d'Einstein n'innove rien, elle n'admet qu'un paral-

lélisme localisé au voisinage immédiat du point P.

Le second parallélisme, propre à la théorie d'Einstein, mais qui était déjà impliqué dans les théories d'Eddington et de Cartan, est le parallélisme à grande distance défini par un champ de polyaxes. C'est grâce à l'introduction de ce parallélisme « non symétrique », qu'Einstein est en mesure d'évaluer des invariants nouveaux, ou invariants de seconde espèce, qui lui permettent d'expliquer l'Electromagnétisme comme les invariants attachés au parallélisme symétrique de Riemann caractérisent la Gravitation.

Il reste à dire que l'innovation introduite par la dualité de la connexion affine est la seule qui distingue la théorie d'Einstein de celles de ses prédécesseurs. Au point de vue métrique, Einstein introduit la mesure univoque des longueurs au moyen d'une forme métrique quadratique du type (1), sans faire intervenir les complications inhérentes à la connexion métrique de Weyl : la métrique d'Einstein est la métrique riemanienne pure. L'introduction d'une métrique riemanienne est déjà nécessaire pour définir complètement le parallélisme ordinaire ou de première espèce (parallélisme géodésique). La connexion affine de seconde espèce est également précisée par l'introduction de la métrique ordinaire : nous pouvons prendre comme polyaxes des polyaxes *orthogonaux* dans lesquels le carré de la longueur du vecteur A est la somme des carrés des longueurs de ses composantes. Nous ne changeons même rien à la signification physique du champ de polyaxes que nous avons choisi en faisant tourner *d'un même angle* chacun des polyaxes qui le composent autour de la normale à la surface; c'est ce qu'Einstein nomme *invariance de rotation*.

La remarque qui précède permet d'éclaircir un point important. Comment la nouvelle théorie d'Einstein peut-elle gagner en généralité, par rapport à la théorie de Riemann, les degrés de liberté justement nécessaires pour arriver à expliquer à la fois l'Electromagnétisme et la Gravitation? La réponse est évidemment la suivante. Les formules de transformation

$$dx'_i = h^1{}_i dx_1 + h^2{}_i dx_2 + h^3{}_i dx_3 + h^4{}_i dx^4 \quad i = 1,2,3,4$$

qui définissent un des polyaxes d'Einstein contiennent les 16 coefficients h_i, lesquels sont entièrement indépendants les uns des autres. Par contre, la forme métrique attachée au point P ne contient que les 10 coefficients g_{ik}, lesquels s'expriment au moyen des h_i^α par les formules suivantes

$$g_{ik} = h^\alpha{}_i h^\alpha{}_k.$$

La métrique est donc déterminée quand on se donne le champ de polyaxes, mais la réciproque n'est pas vraie : les 10 fonctions g_{ik} étant supposées connues, il reste encore, dans le choix des h_i^α, $16 - 10 = 6$ degrés de liberté, qui sont justement ceux dont la théorie a besoin pour faire état des lois de l'Electromagnétisme.

Nous ne développerons pas davantage ces considérations purement géométriques et laisserons au lecteur le soin de se référer au second Mémoire d'Einstein pour voir comment ce physicien a édifié sur ces bases une théorie électromagnétique et gravifique renfermant comme cas particulier la Relativité généralisée. Les applications expérimentales pourront seules nous dire si cette construction a une valeur concrète.

Léon Bloch.

ACTION DE LA LUMIÈRE POLARISÉE SUR LES ÉMULSIONS PHOTOGRAPHIQUES

Des anisotropies optiques sont obtenues facilement par des actions physiques (déformations, champs électriques, champs magnétiques, par exemple); mais les tentatives effectuées pour en observer sous l'influence de rayonnements polarisés, rectilignes ou circulaires, sont restées longtemps infructueuses. Weigert le premier a obtenu un résultat positif en ce qui concerne l'action de la lumière polarisée rectiligne; plus récemment, Zocher et Coper sont parvenus à observer également un effet spécifique de la lumière circulaire.

Sous l'influence d'un puissant rayonnement polarisé rectilignement, certaines couches sensibles à la lumière deviennent anisotropes, les directions principales d'anisotropie étant respectivement parallèle et perpendiculaire à la direction de la vibration excitatrice. De manière plus précise, cette anisotropie se manifeste par un dichroïsme et une biréfringence rectilignes simultanés de la couche étudiée. Ce n'est pas une anisotropie momentanée disparaissant avec la cause qui l'a produite, comme le sont la plupart des anisotropies accidentelles; c'est une modification permanente, qui peut être observée longtemps après l'excitation.

Cet effet a été étudié par Weigert sur des couches de collodion colorées par des sensibilisateurs photographiques ou la cyanine; il est alors petit et l'étude en est compliquée par la destruction photochimique trop rapide du colorant actif : l'éclairement très puissant utilisé pour l'excitation blanchit la couche parfois en dix minutes. Les effets sont plus grands avec les couches de photochlorure d'argent dispersé dans la gélatine; de plus certaines précautions (lavage prolongé) permettent d'éviter le noircissement des couches au cours des mesures et même pendant l'excitation. L'étude en est donc relativement facile; Weigert l'a faite avec beaucoup de soin et les résultats signalés plus loin sont relatifs au photochlorure.

Zocher et Coper (1928) ont observé le même dichroïsme et la même biréfringence dans des couches de photochlorure *sans gélatine*, obtenues par chloruration de miroirs d'argent déposés sur des lames de verre. Ils ont montré ainsi que le milieu de liaison ne joue qu'un rôle secondaire, contrairement aux idées de Weigert, l'effet principal étant dû au photochlorure lui-même.

Weigert a recherché aussi une action spécifique d'un rayonnement à vibration circulaire : il n'a rien observé de net, l'action paraissant analogue à celle de la lumière naturelle (adaptation colorée [Seebeck 1810] sans anisotropie). En réalité, il était gêné par l'activité optique de la gélatine.

Zocher et Coper ont eu l'idée de rechercher l'action d'une lumière circulaire sur des couches de photochlorure sans gélatine. Les couches ordinaires sont trop sensibles et l'effet Weigert gêne, selon les auteurs, l'observation de l'anisotropie circulaire possible : un résultat positif n'a été obtenu qu'avec des couches préparées d'une manière toute particulière. Il semble non douteux pourtant que l'effet existe et c'est le premier exemple d'une activité optique produite directement par la lumière circulaire.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE WEIGERT. — Les couches de gélatino-chlorure d'argent, préparées par une méthode classique (procédé Valenta, par exemple) sont voilées à la lumière diffuse jusqu'à coloration violacée (séparation d'argent métallique), puis lavées longuement pour éliminer le nitrate d'argent et le réducteur organique solubles et éviter ainsi le noircissement rapide ultérieur. Pratiquement les couches ne contiennent plus que des complexes d'argent métallique et de chlorure d'argent inaltéré, dispersés dans la gélatine.

Les couches ainsi préparées sont éclairées par un brillant faisceau lumineux tamisé par un filtre coloré, polarisé par un nicol et tombant normalement sur le photochlorure (fig. 1). Soit *e*

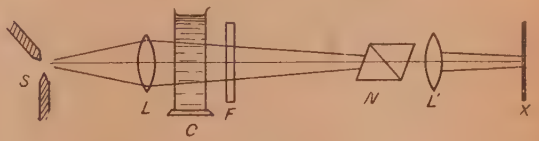

Fig. 1.

S = Source lumineuse. L = Condenseur.
C = Cuve à eau. F = Filtre coloré.
N = Nicol. L' = Lentille.
X = Couche sensible, conjuguée de L.

la direction du vecteur électrique, *m* celle du vecteur magnétique du rayonnement excitateur.

Les observations peuvent être faites par un procédé quelconque : simple nicol, microscope polarisant, avec ou sans lames cristallines accessoires, spectrophotomètre de König et Martens, pour l'étude du dichroïsme; les mesures quantitatives, du dichroïsme et de la biréfringence sont effectuées par les méthodes polarimétriques précises : analyseur à pénombres rectilignes pour le di-

chroïsme, analyseur elliptique avec compensateur Babinet ou mica, pour la biréfringence.

1° *Symétrie de l'effet.* — Dans le cas de l'observation longitudinale (parallèle au faisceau excitateur) les directions principales d'anisotropie des couches excitées sont respectivement parallèles à *e* et *m*, conformément aux raisons de symétrie. En employant des couches assez épaisses (gelée de photochlorure diluée, dans une cuve de 1,5 millimètre d'épaisseur) on peut observer transversalement, c'est-à-dire normalement au faisceau excitateur. La conclusion de Weigert est la suivante : *sous l'action de la lumière polarisée rectiligne, le milieu sensible devient* UNIAXE, *l'axe optique étant parallèle à la direction* E *du vecteur électrique excitateur.* (L'effet est compliqué par les tensions qui se produisent dans les couches de gélatine).

Corrélativement, un faisceau de lumière *naturelle* produit un effet transversal; par exemple l'excitation par un faisceau de lumière naturelle très oblique sur la surface d'une couche produit une anisotropie observable normalement et attribuable à la plus grande des composantes électriques dans le plan de la couche, qui est normale au faisceau excitateur.

2° *Influence de la longueur d'onde de la lumière excitatrice.* — Tandis que les actions photographiques ordinaires sont pratiquement nulles dans le rouge et augmentant vers les courtes longueurs d'onde, l'effet Weigert est relativement intense pour l'excitation en lumière rouge, il diminue avec la longueur d'onde et devient déjà très petit dans le bleu : il s'agit donc dans les deux cas de mécanismes différents (au moins en apparence). Ce résultat est lié au résultat analogue relatif à l'adaptation colorée des couches de photochlorure, phénomène connu depuis longtemps (Seebeck) et que l'on a proposé comme une méthode possible de photographie des couleurs, très médiocre d'ailleurs.

3° *Influence de la durée de l'excitation et de la couleur d'observation.* — Au début de l'excitation, l'absorption de la couche est plus petite pour la vibration parallèle à *e* que pour la vibration parallèle à *m* lorsque la couleur d'observation est la même que la couleur d'excitation; elle est plus grande si les couleurs sont différentes : il y a eu *déplacement d'absorption* de la zone spectrale utilisée pour l'excitation vers les autres.

Mais si l'action est prolongée, l'effet peut être *inversé*, même pour la radiation excitatrice si elle est bleue : il y a tendance à éclaircissement pour la vibration *e* dans le rouge et le jaune, quelle que soit la lumière excitatrice.

Ces résultats ressortent clairement des courbes reproduites dans les mémoires de Weigert et relatives à l'influence de la durée d'excitation sur le dichroïsme en fonction des couleurs excitatrice et d'observation.

A titre d'exemples, les figures 2 et 3 indiquent l'allure et l'ordre de grandeur des effets dichroïques mesurés sur deux couches excitées respectivement en lumières rouge et bleue; en abscisses sont portées les durées d'exposition au rayonnement excitateur, en minutes; en ordonnées, log. I_e/I_m, I_e et I_m étant les coefficients de transmission (intensités transmises) pour les composantes

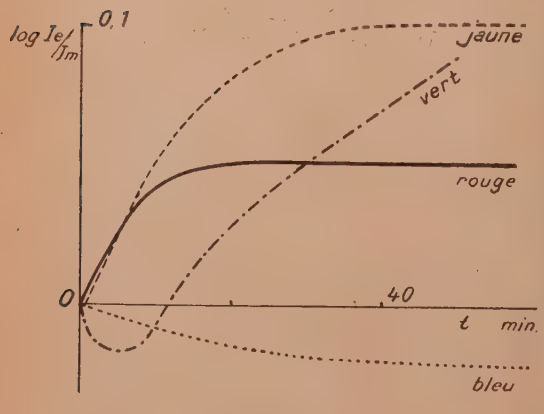

Fig. 2.
DICHROÏSME
Excitation en lumière *rouge*.

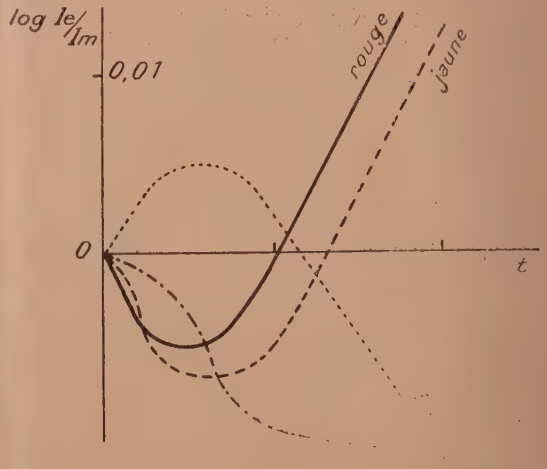

Fig. 3.
DICHROÏSME
Excitation en lumière *bleue*.

Observation avec lumières rouge, jaune, verte et bleue.

respectivement parallèles aux directions *e* et *m*. Les effets sont observés pour les lumières rouge, jaune, verte, bleue.

Les résultats pour la biréfringence sont beaucoup plus complexes et il paraît difficile de tirer de l'étude de Weigert des conclusions précises à ce sujet : il ne faut pas oublier que les couches de gélatine sont optiquement actives, ce qui gêne les mesures de biréfringence.

4° *Evolution des couches.* — Les effets se modifient lentement, mais les indications données par Weigert sont très vagues.

Interprétation des effets. — Les idées de Weigert à ce sujet ont évolué très sensiblement entre son premier et son dernier mémoire. Il a pu finalement interpréter le détail des effets dichroïques en utilisant des travaux relatifs aux colorations des métaux colloïdaux.

Le dichroïsme serait attribuable à la répartition anisotrope des particules d'argent métallique dans la couche K. Weigert a montré que la quantité d'argent libre reste très sensiblement constante, au moins dans les couches lavées, lorsqu'on fait agir le rayonnement polarisé excitateur; ainsi le remplacement de l'argent par une autre substance absorbante (par renforcement au mercure par exemple) fait disparaître toute différence entre la région illuminée et les régions voisines. Si l'on fixe la couche par l'hyposulfite qui enlève seulement le chlorure d'argent, le dichroïsme subsiste; il ne disparaît que si l'argent métallique lui-même est éliminé de la couche par passage à l'état d'ion.

Après cette dernière opération, la biréfringence subsisterait au moins en partie; Weigert attribue la biréfringence à la gélatine de la couche, qui subit des tensions. Les expériences de Zocher et Coper ont montré que cette interprétation doit être rejetée et que la biréfringence doit avoir probablement la même origine que le dichroïsme, ce qui est assez naturel. La production d'un effet secondaire dû à la gélatine est évidemment très possible.

Weigert a étudié les colorations des particules ultramicroscopiques absorbantes de la couche : comme elles ne présentent pas de relations avec l'effet dichroïque, il a conclu que les effets d'adaptation colorée et l'anisotropie sont dus, non à ces particules ultramicroscopiques, mais à des domaines plus petits, qu'il appelle *amicrons*.

L'explication des effets observés doit être recherchée dans une modification des particules d'argent de ces amicrons.

L'interprétation détaillée des résultats expérimentaux est basée sur les changements de couleurs des couches de photochlorure lorsque la densité de répartition des particules d'argent métallique varie (séparation supplémentaire d'argent libre, gonflement de la couche) et les déplacements analogues d'absorption dans les colloïdes métalliques :

la région spectrale la plus absorbée se déplace vers le bleu quand la densité de répartition des particules d'argent diminue, par éloignement relatif des particules ou par disparition.

A la lumière de ces résultats, Weigert conclut que *tout se passe comme si les complexes de photochlorure subissaient une dilatation dans la direction du vecteur électrique de la lumière excitatrice.*

Il suffit alors pour expliquer le détail des effets dichroïques d'imaginer que les amicrons sièges de ces effets ont une forme sphérique, que les particules d'argent libre qu'ils contiennent ont au centre une densité de répartition telle que l'absorption soit maxima pour la lumière rouge, que cette densité enfin diminue quand on s'éloigne du centre [1].

Sous l'influence de la lumière polarisée, il se produit une dilatation dans la direction du vecteur électrique, *dans les zones de forte absorption pour la radiation excitatrice:* il en résulte un déplacement anisotrope d'absorption. Cette dilatation est accompagnée de compressions dans d'autres régions de la couche : explication possible de la biréfringence.

Comment se produit cette dilatation, apparente ou vraie, Weigert n'en dit rien de précis.

Zocher tente une explication à partir de l'effet Herschel : passage de certaines particules à l'état d'ion. Les particules d'argent seraient essentiellement anisotropes, mais leurs orientations seraient réparties d'abord au hasard. L'effet de la lumière polarisée s'exercerait alors sur celles des particules qui en vertu de leur orientation (et peut-être de leur constitution) sont particulièrement sensibles : elles absorbent fortement la lumière utilisée et il y a passage à l'état d'ion de certaines des particules. Par compensation, il se produit à partir des ions Ag de AgCl de nouvelles particules d'argent libre, de sorte que la quantité d'argent libre n'est pas sensiblement changée.

La modification ayant une direction privilégiée, celle du vecteur électrique du rayonnement excitateur, il est possible qu'il en résulte une anisotropie optique.

1. Ces hypothèses sont admissibles, même l'avant-dernière puisque dans la préparation de la plaque sensible on voile la couche jusqu'à obtenir une coloration violacée.

Ces interprétations sont encore imprécises et il y a lieu de les étudier de plus près. La difficulté d'une explication satisfaisante réside dans la complexité de constitution des couches utilisées. De ce point de vue, les couches de photochlorure sans gélatine paraissent plus simples et méritent une étude expérimentale soignée. Or, le travail de Zocher et Coper semble un peu superficiel; il n'a guère prouvé que l'inutilité de la gélatine pour enrober le photochlorure.

L'effet en lumière circulaire (Zocher et Coper) soulève les mêmes difficultés. Ici les difficultés expérimentales sont considérables. En effet les couches ordinaires de photochlorure sont si sensibles à la lumière rectiligne, selon les auteurs, que l'anisotropie rectiligne induite par la lumière polarisée servant à l'observation des couches gêne l'étude de l'anisotropie circulaire. Une biréfringence et une dichroïsme circulaire ont été obtenus avec des miroirs préparés par un procédé spécial et chlorurés avec précaution. Il paraît désirable qu'une étude plus complète de cet effet permette d'obtenir une interprétation satisfaisante.

Il serait évidemment très intéressant d'obtenir de pareilles anisotropies rectilignes ou circulaires avec des milieux plus simples et mieux connus que les couches de photochlorure, avec ou sans gélatine.

Marcel Cau,

Docteur ès Sciences.

BIBLIOGRAPHIE

Fritz WEIGERT. *Verhandl. d. D. phys. Ges.* 21 (1919), 479-491; 615-622 et 623-631. — *Zts. f. Phys.* 2 (1920), 1-12. — *Ann. d. Phys.* 63 (1920), 681-725. — *Zts. f. Phys.* 3 (1920), 437-459.

H. ZOCHER et K. COPER. *Zts. f. phys. Ch.* 132 (1928), 303-312 et 313-319.

L'ÉQUATION FINANCIÈRE DE LA FORÊT

Du point de vue économique, l'arbre se distingue des autres productions de la terre, non seulement parce qu'il ne fournit pas une récolte annuelle, mais encore parce qu'à partir du moment où les productions successives qu'il a accumulées lui ont donné des dimensions marchandes, jusqu'à l'époque où, selon sa longévité, il commence à offrir des signes de dépérissement, sa valeur ne cesse de s'accroître, si bien que, dans la plupart des cas, son exploitation n'est pas imposée à date fixe comme une récolte arrivée à maturité. Le propriétaire peut, au contraire, l'avancer ou la différer à volonté, en s'inspirant de diverses considérations d'ordre budgétaire ou cultural, ainsi que du souci de faire fonctionner à un taux suffisamment rémunérateur le capital que représentent la valeur du sol occupé et celle du bois sur pied.

Ce taux, en effet, n'augmente pas comme la valeur de l'arbre. On peut s'en rendre compte en effectuant chaque année, ou à des intervalles assez rapprochés, l'évaluation d'un jeune peuplement en pleine croissance, mais dont les produits auraient déjà une valeur commerciale. Si, pour constituer ce peuplement, on a engagé à l'origine un capital C (valeur du sol, frais de boisement, etc.), la valeur V du peuplement représente les intérêts accumulés par le capital C pendant le nombre d'années n correspondant à son âge, et l'on peut écrire :

$$v = C\,((1 + t)^n - 1).$$

En donnant à v les valeurs successivement trouvées et en remplaçant n par l'âge des peuplements à l'époque de l'estimation, on obtient pour l'inconnue t des valeurs d'abord croissantes, puis décroissantes indéfiniment. Le taux est donc passé par un maximum à un certain âge N, appelé terme d'exploitabilité commerciale.

On trouvera, par exemple pour un capital initial de 1.600 fr.

à 15 ans,	une valeur de	2.240 fr.	donnant un	taux de	6 %
à 20 —	—	4.600	—	—	7
à 25 —	—	8.200	—	—	7.5
à 30 —	—	10.600	—	—	7
à 35 —	—	13.000	—	—	6.5
à 40 —	—	15.000	—	—	6

Dans cet exemple, le taux maximum serait de 7.5 % à 25 ans, et l'exploitation pourrait, au point de vue placement, être envisagée dès cet âge.

Mais, étant donné les garanties qu'offre la propriété forestière, et le peu d'entretien qu'elle

exige, un taux de 6, de 5, même de 4% serait encore avantageux, et, si le propriétaire n'a pas un meilleur placement à faire de son argent; ou si l'avenir de la forêt exige des coupes ou des travaux d'une certaine durée, l'exploitation, au lieu de se faire à 25 ans, pourra être utilement ajournée à 50 ou 60 ans.

Quoi qu'il en soit, les estimations faites tous les cinq ans ont permis de tracer d'une manière objective et sans préjuger des intentions du propriétaire, la courbe des taux auxquels fonctionne le capital engagé à l'origine dans le placement forestier, et si, pour établir la valeur d'une succession à une date déterminée ou pour toute autre cause, on devait fixer la valeur du peuplement à un âge intermédiaire, 28 ans, par exemple, la formule de capitalisation, dans laquelle on introduirait le taux fourni par la courbe, donnerait le résultat cherché. En pratique, étant donné le degré d'approximation des calculs (estimation en volume, fixation des prix, etc.), on pourra prendre sur l'échelle des taux, le plus voisin, celui de 7% à 30 ans, et l'on aura :

$$x = 1.600\ ((1 + i)^{28} - 1) = 9.000 \text{ fr.}$$

Le même procédé pourrait servir à calculer la valeur d'un peuplement de 10 ans, par exemple, à la condition de compléter l'échelle des taux de 15 à 1 an.

Les bois n'ayant pendant cette première période de leur développement aucune valeur commerciale appréciable, leur valeur est représentée par la plus-value dont bénéficie le capital initial et qui augmente d'année en année, au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'époque où les peuplements auront atteint des dimensions marchandes. L'échelle des taux de 1 à 15 ans fera donc suite à celle qui a déjà été tracée de 15 à 25 ans et il suffit pour la compléter de trouver le taux auquel doit fonctionner le capital pendant la première année.

Ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer, la propriété forestière comporte peu de main-d'œuvre et son revenu, à la condition de garantir les risques d'incendie par une assurance, est des plus sûrs. Si le placement forestier donnait un revenu immédiat, il devrait figurer parmi les placements fonciers tels que la prairie, par exemple. Dès lors, considérant la plus-value acquise par le capital pour la première année, on peut admettre qu'elle représente le même intérêt que celui qui serait obtenu par le capital placé en prairie, soit, par exemple, 3 %. En d'autres termes, le premier degré de l'échelle sera le taux le plus bas des placements fonciers de la région considérée.

Ayant ainsi complété l'échelle de 1 à 15 ans, on aura, en reprenant la formule de capitalisation :

à 1 an,	taux de 3%,	valeur du peuplement	50 fr.
à 5 —	4	—	350
à 10 —	5	—	1.000
à 15 —	6	—	2 240

Pour un arbre isolé, le calcul se ferait d'après le même principe, en réduisant le capital initial dans la proportion déterminée par la surface occupée par l'arbre, autrement dit, de son couvert. Par exemple un arbre de 20 ans, qui occuperait 10 mètres carrés, vaudrait :

$$\frac{10}{10.000} \times 1.600((1 + 0,07)^{20} - 1) = 4,60.$$

On procéderait de même pour évaluer les différentes catégories de peuplement constituant un massif irrégulier, c'est-à-dire, en faisant au préalable la discrémination de la surface entre ces diverses catégories.

Ainsi, un taillis sous futaie de 100 hectares, exploité à la révolution de 20 ans, sera considéré comme constitué par trois séries : la première de taillis simple de 40 hectares, par exemple; la deuxième d'arbres de 20 à 25 ans, 10 hectares; la troisième, d'arbres plus âgés, à estimer à leur valeur marchande, 50 hectares.

La valeur des souches productives de rejets pourra être comptée au même taux que la valeur des plants destinés à assurer le repeuplement.

Quant à l'amélioration du sol par les apports d'humus, cet élément se trouve introduit dans les calculs, grâce à la progression des taux, dont le rythme est d'autant plus rapide que les arbres prennent une plus grande valeur à l'âge considéré.

Enfin, lorsque les peuplements ne se régénéreront pas d'eux-mêmes, soit par rejets de souches, soit par semis naturels, on devra déduire de leur valeur, à l'âge d'exploitabilité commerciale, le montant des frais à prélever pour assurer l'avenir, car la formule employée :

$$v = C((1 + i)^n - 1)$$

laisse supposer que le capital engagé C se retrouve à l'âge n, et, par suite, que le sol est resté en état de production forestière.

Pour la même raison, les frais d'entretien, assurance, etc., à capitaliser dans C, doivent être représentés par une valeur, telle qu'un titre de rente sur l'Etat, pouvant fournir indéfiniment des intérêts annuels égaux au montant de l'annuité à payer.

Ainsi appliquée, la formule de capitalisation, avec taux appropriés à l'âge du peuplement à

évaluer, paraît pouvoir être employée dans tous les cas. Il peut être intéressant d'en comparer les résultats pour deux cas déterminés, taillis et futaie, avec ceux que l'on obtiendrait par les principaux procédés en usage.

Soit à évaluer :

1° un hectare de taillis simple, âgé de 10 ans, qui vaudrait 2.650 fr. à 20 ans, avec un capital engagé de 1.600 francs.

2° un jeune arbre de 10 ans, ayant un couvert de 5 m. q. (2.000 sujets à l'hectare); le même arbre valant 10 fr. à 25 ans, âge d'exploitabilité commerciale, et occupant alors 12. m. q. 50 (800 arbres à l'hectare 20 fr. à 40 ans; 32 fr. à 50 ans et 60 fr. à 60 ans.

	Taillis de 10 ans	Arbre de 10 ans
A. FORMULE DE CAPITALISATION AVEC TAUX APPROPRIÉ A L'AGE :		
Taillis. L'échelle de taux partant de 3% à 1 an et de 5% à 20 ans et donnerait 4% à 10 ans : $1.600\,((1+0{,}04)^{10}-1)$.	800	800
Futaie. A 25 ans, les 800 arbres fourniraient un rendement de 8.000 francs : le taux de capitalisation ressortirait à 7,5. L'échelle de taux partant de 3 % à 1 an, donnerait 5 % à 10 ans. $\frac{5}{10.000} \times 1.600\,((1+0{,}05)^{10}-1)$		0,50
B. FORMULE DITE D'HÉBRARD DE VILLENEUVE : $x = R\frac{(1+t)^{n'}-1}{(1+t)^{n}-1}$		
Taillis $2.650\frac{(1+0{,}04)^{10}-1}{(1+0{,}04)^{20}-1}$	1.070	
Futaie $10\frac{(1+0{,}04)^{10}-1}{(1+0{,}04)^{25}-1}$		2.90
Observation. Cette formule n'est autre que celle de capitalisation : $V = C\,((1+t)^{n'}-1 \quad (1)$ dans laquelle on a cherché à éliminer l'élément C, représentant le capital engagé, que l'on trouvait difficile à déterminer, en faisant intervenir à sa place l'élément R, valeur du peuplement supposé arrivé à l'âge d'exploitation n. On peut écrire en effet : $R = C\,((1+t)^{n}-1) \quad (2)$ et la substitution de $R/((1+t)^{n}-1)$ à C dans la formule de capitalisation paraît régulière. Mais ce n'est qu'une apparence due à un jeu de lettres, analogue au jeu de mots qui permet de soutenir un raisonnement contraire au bon sens. La lettre t, en effet, n'a pas la même valeur dans les deux équations, puisque le taux des plus-values annuelles s'accroit d'année en année de 1 à 20 ou 25 ans. Il en résulte que dans la formule le numérateur est trop fort et le dénominateur trop faible, et que le résultat est toujours exagéré.		
Appliquée à l'évaluation d'un jeune arbre, la même formule offre une seconde confusion du même genre, car la lettre C ne représente pas la même valeur dans les équations (1) et (2); au cas envisagé, la portion de capital engagé porte sur 5 m.q. dans l'équation (1) et sur 12,5 dans l'équation (2). Le résultat est donc erroné encore dans le sens de l'exagération. Si, au lieu de se baser sur la valeur de l'arbre à 25 ans, on considérait l'arbre de 60 ans, par exemple, l'erreur sur les taux donnerait un écart moindre, mais la différence de surface occupée serait beaucoup plus considérable. Le résultat serait donc toujours très exagéré.		
C. FORMULE DITE DE LA FEUILLE, applicable seulement au taillis. On admet que la plus-value annuelle est constante et égale à 2650/20 et on attribue à la coupe de taillis de 10 ans la valeur $\frac{2650}{20} \times 10.$	1.325	
Il paraît inutile d'insister sur le peu de valeur de ce procédé.		
D. FORMULE D'ESCOMPTE SIMPLE : $x = \frac{R}{(1+t)^{n-n'}}$		
Taillis : $\frac{2650}{(1+0{,}04)^{20-10}}$.	1.791	
Futaie : $\frac{32}{(1+0{,}04)^{50-10}}$.		6,50
On comprend que les résultats donnés par l'application de cette formule soient exagérés puisque, d'une part, on emploie un taux de placement pour faire de l'escompte à longue échéance et que, d'autre part, on ne tient pas compte de la production du sol pendant n-n' d'années.		
E. FORMULE ESCOMPTANT UNE PERTE DE REVENUS, à l'époque d'exploitabilité prévue, en admettant que durant l'intervalle n-n' d'années, le sol a produit, soit un jeune taillis, soit un arbre, âgés de n-n années. Taillis. Si la valeur vénale d'un taillis de 10 ans peut-être comptée à 200 francs on aura : $\frac{2650-200}{(1+0{,}04)^{20}} - 10.$	1.650	
Futaie. La valeur vénale d'un arbre de 40 ans étant de 20 francs, on aura : $\frac{32-20}{(1+0{,}04)^{50-10}}$.		2,50

Cette formule est rarement appliquée au taillis, parce que la valeur commerciale des bois est souvent insignifiante à un âge inférieur à celui de l'exploitabilité adopté.

Pour un arbre de futaie, elle ne tient compte que d'une manière incomplète et purement théorique de la production du sol dans l'intervalle

n—n' années, et n'envisage que le cas où l'arbre a été détruit et immédiatement remplacé par un autre sujet, on ne pourrait donc l'employer pour faire une évaluation en vue d'une transaction, d'un partage, etc.

En réalité, lorsqu'un arbre a été détruit et enlevé, alors même que, comme on le suppose, il aurait été immédiatement remplacé, le jeune sujet, ainsi introduit, n'occupera qu'une partie de la trouée produite dans le massif et ce sont les arbres voisins qui profiteront de l'ouverture pour étendre leurs cîmes et accélérer leur développement. La formule ne tient pas compte de cette plus-value acquise par l'entourage et qui est loin d'être négligeable; elle fournit encore un chiffre très exagéré.

Elle donne lieu en outre à une autre critique très grave et commune à tous les procédés employés jusqu'à ce jour, c'est que le taux est fixé au gré de l'expert, soit au taux de placement de biens fonciers similaires, 2,5 à 3,5 %, soit au taux de valeurs mobilières, 4 à 5 %, soit à un taux d'escompte, 6 % et davantage, et toujours, sans tenir compte de l'âge des bois à évaluer.

Une autre critique, également commune à la plupart des procédés employés concerne l'âge d'exploitabilité envisagé comme base de calcul et qui peut varier très largement au gré du propriétaire et même de l'expert, lorsque cet âge n'est pas celui qui correspond au terme d'exploitabilité commerciale.

Cette double incertitude sur le taux et sur l'âge enlève à l'opération tout caractère d'exactitude, même relative, et ne permet pas de faire état des résultats ainsi obtenus, car ces résultats ne sont pas comparables entr'eux.

La formule classique de capitalisation, employée avec des taux appropriés au mode de croissance des peuplements, ne présente pas ces inconvénients. Elle n'envisage l'avenir que pour mesurer le temps que mettent les arbres à atteindre les dimensions qui correspondent au placement le plus rémunérateur, compte tenu du capital engagé. Sur cette donnée objective, qui peut être discutée et vérifiée, la formule tend à fixer, pour les années passées, la part de dépenses et de bénéfices à attribuer à la surface occupée par le bois à évaluer et dont la différence donnera le montant de la valeur cherchée.

Elle ne préjuge par suite en rien de la destinée réservée au jeune arbre considéré isolément : fait-il partie des tiges en surnombre, ou atteindra-t-il un âge avancé ? Peu importe, puisqu'on ne lui a attribué que la surface qu'il occupe réellement et non celle d'un arbre arrivé à l'âge d'exploitation présumé. La faible valeur trouvée sera donc à multiplier par un nombre de sujets beaucoup plus grand qu'avec les autres procédés.

Sans doute, comme on l'a vu plus haut, l'âge réel d'exploitation sera-t-il sensiblement plus élevé que le terme d'exploitabilité commerciale, ce qui amène à donner à l'échelle des taux une gradation plus rapide; mais l'estimation doit tendre à fixer le prix correspondant au mode d'exploitation le plus rémunérateur, le propriétaire restant libre de jouir de son bien dans des conditions moins avantageuses au point de vue pécuniaire.

Dans ces conditions, le prix fixé aura le caractère d'une valeur vénale, puisqu'il indemnisera équitablement le propriétaire vendeur, tout en réservant à l'acheteur la part de bénéfice afférente à l'avenir. Pour l'évaluation d'un dommage, ce procédé de calcul permettra de déterminer séparément, suivant la règle, le montant de la perte subie, c'est-à-dire la différence de valeurs avant et après l'accident, et les dommages-intérêts à allouer pour reconstituer le peuplement détruit et tenir compte de toutes pertes occasionnées par la disparition des arbres sinistrés (pertes d'intérêts, troubles à l'aménagement, etc...).

S'appliquant à tous les cas et suivant le peuplement dans son évolution, en marquant la cadence de ses plus-values annuelles, la formule de capitalisation, avec taux appropriés à l'âge des bois, peut être considérée comme l'équation financière de la forêt.

Marcel Volmerange.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques.

Kohlrausch (K. W. F.). — **Radioaktivität**, *vol.* XV *du* Handbuch der Experimentalphysik. — 1 *vol. grand in-8° de* 895 *pages, édité à l'Academische Verlagsgesellschaft, Leipzig,* 1928 (*Prix : broché,* 79 *marks; relié* 81 *marks*).

Bien que la radioactivité soit une science jeune encore, les traités destinés à la faire connaître sont déjà nombreux. Nous avons vu paraître successivement ceux de Rutherford, de Mme Curie, de Soddy, de Meyer et Schweidler, etc. C'est qu'aussi aucune science, peut-être, n'a évolué aussi vite et n'a eu si souvent besoin d'être refondue. Le volume actuel, dû à la plume d'un spécialiste qualifié, continue la série, et nous donne un tableau aussi complet que possible de l'état de la radioactivité à l'heure présente.

Il est assurément devenu difficile de dominer d'une manière suffisante un si vaste sujet pour en donner un exposé parfaitement équilibré. Il faut réunir en effet la compétence du physicien, — pour l'étude des rayonnements émis par les corps radioactifs, — et celle du chimiste pour l'isolement et la classification des radioéléments. On peut donc, s'attendre à ce que chaque monographie de la radioactivité trahisse le tempérament propre de son auteur, qui sera, suivant les cas, porté à développer de préférence l'aspect physique ou l'aspect chimique du problème. Le traité actuel est volontairement orienté vers la physique, ce qui est tout à fait logique puisqu'il fait partie d'une encyclopédie de physique expérimentale. La partie chimique de la question n'est cependant pas négligée, et fait l'objet du neuvième chapitre, mais est fortement réduite et ramenée à ses traits essentiels.

Ce point de départ étant admis, on peut dire que ce livre apporte la plus riche moisson de renseignements sur la physique de la radioactivité que l'on puisse souhaiter, et l'on sera plutôt tenté de se plaindre de l'abondance des détails que de leur insuffisance. Les divers rayonnements émis par les corps radioactifs sont étudiés dans l'ordre suivant : rayons γ, rayons β, enfin rayons α. Dans chacun des longs chapitres qu'il leur consacre, l'auteur suit un ordre à peu près uniforme : origine des rayons, numération des rayons et, éventuellement, distribution de leur vitesse, absorption et portée des rayons, diffusion et rayons secondaires. Naturellement les méthodes expérimentales sont décrites en détail et les travaux les plus récents sont mis à profit. Le lecteur trouvera dans toute cette partie du livre une documentation excellente.

Les chapitres suivants traitent de la radiation de recul, des effets secondaires de la radioactivité, de la loi des transformations radioactives, des méthodes de mesure en radioactivité. Enfin, après une étude chimique relativement courte des diverses familles de radioéléments, le livre se termine par un chapitre important sur le noyau atomique.

Cet ouvrage, nourri de faits et de descriptions expérimentales, de résultats numériques et de comparaisons avec les théories, sera utilement consulté par tous ceux qui désirent se renseigner sur l'état actuel de la radioactivité. Bien que certains travaux français y soient oubliés, — par exemple la thèse déjà ancienne de Moulin sur les rayons α — il est d'une impartialité très satisfaisante et en même temps tout à fait à jour. Il se recommande donc de lui-même à l'attention du lecteur. Ajoutons pour terminer que, comme pour les volumes antérieurs de la même collection, la présentation matérielle est tout à fait irréprochable.

E. B.

2° Art de l'ingénieur.

Audibert (Paul), *Ingénieur civil des Mines.* — **Causeries sur les Filons métalliques.** — 1 *vol. de* 240 *pages, avec* 21 *figures. Dunod, éditeur.* (*Prix, relié :* 43 *fr.* 25). *Paris,* 1929.

On se rendra compte de l'originalité de ce livre lorsqu'on se souviendra de cette citation de Ruskin que l'auteur, dans sa préface reproduit : « Le savoir ne possède son pouvoir animateur qu'au moment même où il est acquis pour la première fois, où il nous remplit d'étonnement et de joie, et cette joie est due tout autant à notre ignorance antérieure qu'à notre science nouvelle ». Et c'est pour celà nous dit M. Audibert qu'il n'a pas voulu attendre la maîtrise parce qu'elle est sœur de l'habitude et de la familiarité du sujet, et que celà l'aurait écarté trop de la façon de sentir des ingénieurs qui commencent.

L'auteur est trop modeste car il n'est pas moins vrai qu'il parle en technicien averti et expérimenté, et qu'il se garde de pontifier ce qui rend son ouvrage d'autant plus intéressant.

Les cours d'exploitation des mines escamotent toujours les mines métalliques filoniennes car elles intéressent peu la grande majorité des élèves qui comptent d'ailleurs faire leur carrière en France où les filons n'abondent guère.

D'ailleurs dans toutes les généralités qui s'appliquent aux charbons comme aux minerais, si l'on développe de savantes méthodes ou si l'on commande des solutions ingénieuses on néglige le plus souvent de faire sentir les problèmes à résoudre.

Aussi le but de ce livre est de montrer quelques difficultés insoupçonnées du jeune ingénieur, dans le plan même où la réalité les lui propose. Il trou-

vera ici les renseignements les plus précis sur les caractéristiques du filon, les travaux de préparation, les opérations de soutènement des puits, le creusement des travers bancs, galeries; l'exploitation des filons; l'étude complète du gradin, l'extraction du minerai, l'emploi de l'air comprimé, etc. Des données numériques complètent l'étude des diverses opérations. Enfin les questions de lavage, triage, broyage, flotation, sont traitées à un point de vue tout à fait pratique.

La portée de l'ouvrage dépasse le cadre des entreprises minières car certaines considérations qui y figurent intéressent toutes les industries, tels sont les chapitres qui traitent des « meilleures conditions d'organisation du travail »; des rapports du chef et de l'ouvrier, les questions sociales; l'influence de la psychologie ouvrière sur les conditions d'organisation et de rendement, les principes d'administration enfin.

L'ouvrage est d'une lecture très aisée et par son style vivant très agréable. Il aidera le jeune ingénieur à voir clair, à prendre des décisions à la fois rapides et réfléchies, et à ce titre il a sa place dans la bibliothèque du personnel dirigeant de toutes les exploitations minières spécialement.

F. Michel.

*
**

Pierron (L.), *Ingénieur E. P. C. I.* — **Les Procédés modernes de fabrication de l'Acide sulfurique.** — *1 vol. in-8° de 944 pages, avec figures, de la* Bibliothèque de Chimie industrielle, des Grandes Encyclopédies J.-B Baillère, *J.-B. Baillère, Paris*, 1929.

Comme toute affaire industrielle, une usine d'acide sulfurique pour pouvoir prospérer doit satisfaire à un certain nombre de conditions que nous trouvons être : conception économique logique; organisation technique et commerciale bien étudiée; perfectionnements incessants de l'outillage et des méthodes; contrôle minutieux et continu.

Les deux premières sont ou ont été étudiées par les promoteurs de l'affaire; les autres dépendent surtout de la valeur et du travail du personnel de gestion.

Mais le personnel chargé de la gestion, pour être tenu au courant des progrès réalisés dans son champ d'action, doit être documenté à la fois d'une façon sérieuse et rapide. Les renseignements dont il a besoin sont surtout contenus dans des périodiques, des revues spéciales et il arrive qu'au bout d'un certain temps, très variable, il lui faut retrouver l'article dont il n'a conservé qu'un souvenir parfois vague, ce qui rend les recherches longues, pénibles et décourageantes.

Il est donc indispensable qu'il trouve groupés sous sa main les renseignements se rapportant à sa spécialité; c'est ce que l'auteur a tenté de faire pour l'acide sulfurique.

Les maîtres en la matière ont été d'abord Sorel et Lunge; les traités du premier constituent des sources dans lesquelles de nombreux chapitres semblent écrits d'hier. Quant au second, son œuvre est continuée par des collaborateurs donnant des références sur tout ce qui touche à l'acide sulfurique, de sorte que leurs travaux constituent une encyclopédie amenée à toujours s'augmenter, les tables des matières font de même avec le risque que chaque référence n'apparaît pas avec son caractère d'importance.

L'auteur n'a pas essayé d'imiter ses prédécesseurs. Pour rendre compte de toutes les études, pour exposer les progrès et les idées dus aux savants et aux techniciens, il faudrait établir un ouvrage comme le Dictionnaire de Wurtz. Ce n'a pas été son intention et la rédaction de son volume comporte : un bref historique rappelant les généralités, les procédés primitifs de fabrication et les étapes parcourues; un exposé sommaire des théories sur la production de l'acide sulfurique et de l'évolution de ces théories elles-mêmes; une description plus étendue des méthodes de production concurrentes luttant entre elles actuellement; un choix de travaux ou inventions intéressant soit par leur caractère pratique, soit par leur originalité ou même simplement leur hardiesse; un aperçu des méthodes de purification et d'analyse des produits de fabrication, enfin des documents statistiques commerciaux aussi récents que possible.

Il a donc fallu à l'auteur beaucoup condenser, écourter et passer sous silence bien des descriptions cependant intéressantes, mais ceux qui désireraient les retrouver peuvent le faire grâce aux nouvelles organisations bibliographiques que nous possédons à présent en France.

Il ne pouvait s'agir ici que d'apporter des renseignements sur les derniers procédés ou les tentatives à l'ordre du jour dont certains peuvent triompher demain. Aussi M. Pierron s'est étendu assez longuement sur ces travaux. Somme toute, il a cherché à présenter aux techniciens un ensemble d'éléments groupés susceptibles de les aider quelque peu dans la lourde tâche qui leur incombe et de les diriger dans leurs recherches vers la perfection dont ils visent à se rapprocher.

A notre époque l'acide sulfurique figure au premier rang des produits indispensables à la vie des peuples, et on constate même que les plus éloignés de nous créent chez eux des usines pour se le procurer dans les meilleures conditions possibles. L'auteur peut donc avoir la satisfaction d'avoir fait une œuvre essentiellement utile.

L. Potin.

*
**

Engelhardt (A.). — **Câbles téléphoniques pour longues distances.** *Traduit de l'allemand sous la direction de l'auteur. — 1 vol. in-8° raisin de 219 pages et 94 figures. (Prix, relié : 42 fr.). Béranger, éditeur. Paris*, 1928.

Ce livre s'adresse surtout aux agents des téléphones ainsi qu'aux ingénieurs des entreprises industrielles appelés à étudier les questions souvent diffi-

ciles concernant la téléphonie à grande distance. Pour rendre l'ouvrage accessible au plus grand nombre possible de lecteurs, l'auteur ne s'est pas servi des mathématiques supérieures.

Il a, par suite, dû renoncer à donner certaines démonstrations et a été amené à en présenter d'autres sous une forme moins élégante que d'ordinaire. Souvent aussi dans la description des phénomènes physiques, il a dû avoir recours à des comparaisons avec des cas analogues rencontrés en physique.

Dans les chapitres I et II il a décrit les lignes Krarup et les lignes pupinisées, et établi les lois principales qui régissent les courants et les tensions sur ces lignes. Dans les chapitres III à XI, on trouvera la description des progrès réalisés pendant les dix dernières années dans le domaine des lignes téléphoniques à grande distance. Les questions concernant les amplificateurs pour courants téléphoniques, lesquels ont rendu possible l'établissement des réseaux mondiaux sont particulièrement traités dans les chapitres VII à IX. Dans les chapitres V, VI, VIII, X et XI l'auteur montre comment, grâce à la perfection de la technique actuelle on est arrivé à vaincre des difficultés qui, il y a peu de temps encore paraissaient insurmontables.

Une importante bibliographie suit chaque chapitre, et il faut constater qu'on n'y trouve cité qu'un seul auteur français. Pourtant le dépouillement de la Revue Générale d'Electricité aurait permis à l'auteur de relever certaines études méritant d'être signalées à l'égal de celle qu'on nous fait connaître.

On pourrait peut-être être étonné de voir qu'il n'est pas question de la téléphonie multiple par courants porteurs dans un livre qui traite de l'état présent de la téléphonie à grande distance; c'est qu'à ce jour, on n'a pas encore pu utiliser les hautes fréquences sur les lignes pupinisées qui sont certainement destinées à occuper la place prédominante dans l'avenir pour les communications à grande distance.

Tel quel cet ouvrage sera d'un indiscutable intérêt pour les ingénieurs des téléphones et pour les ingénieurs des maisons industrielles spécialisées dans la question.

E. Pineau.

3° Sciences diverses.

Decroly (O.) et **Buyse** (R.), — **La Pratique des tests mentaux.** — 1 *vol. in-8° de* XVI-402 *p., avec* 46 *fig. et* 1 *atlas in-4° de* XXIII *planches. Préface de* H. Piéron. *Paris, Alcan,* 1928 (*Prix :* 60 *francs*).

L'apparition de ce nouveau volume de la « Bibliothèque de Psychologie de l'enfant et de Pédagogie », plusieurs fois retardée par diverses difficultés, était impatiemment attendue. Il correspond, en effet, à un besoin impérieusement senti par un public de chercheurs de laboratoire, de membres de l'enseignement et de curieux, chaque jour plus nombreux. Alors que les développements très rapides de la méthode des tests avaient été suivis dans les principaux pays d'Europe et d'Amérique de la publication de toute une série de manuels, de traités, d'ouvrages d'exposition et de critique, nous ne possédions, en langue française, que quelques ouvrages donnant l'exposé de certaines méthodes particulières, aucun travail d'ensemble, offrant au lecteur une documentation un peu complète et une idée précise de l'état actuel de cet important chapitre de la Psychologie scientifique contemporaine. On ne saurait donc assez remercier les auteurs de cette « Pratique des tests mentaux » d'avoir entrepris et mené à terme l'énorme travail de documentation, de vérification, de traduction, que représente cet intéressant volume. Il rendra à de nombreux travailleurs d'inappréciables services. Fort souvent, dans des ouvrages ou revues de langue étrangère, on rencontre l'exposé de travaux utilisant telle méthode de mesure, telle échelle métrique de l'intelligence, dont les auteurs, les supposant connus, ne donnent ni la technique d'application, ni le détail des épreuves, ni les normes centilées d'étalonnage. Grâce à ce nouveau manuel, le lecteur aura toujours à portée de la main tous ces détails indispensables, réunis et condensés avec le plus parfait souci de précision et d'exactitude. L'illustration très abondante de l'ouvrage, l'atlas aux planches élégantes qui l'accompagne, font du tout un instrument de travail d'une incontestable valeur.

Un ouvrage aussi important, et s'adressant à un ensemble de faits aussi considérable, quelle que soit la compétence, particulièrement grande dans le cas présent, des auteurs, présente forcément des inégalités et quelques points faibles. J'ai regretté tout d'abord que Decroly ait cru devoir inverser l'ordre logique, et donner ce volume de « Pratique » avant l'ouvrage théorique qu'il compte publier sur la Mesure de l'intelligence et la Méthode des tests. Le psychotechnicien de métier a besoin, avant tout, de documents précis, et c'est à lui que D. a pensé en premier lieu ce qui est bien naturel. Il n'en reste pas moins qu'une partie du public, curieux de la question, mais qui l'ignore souvent à peu près complètement sera déçue et un peu désemparée. Cet énuméré de méthodes nombreuses et diverses, paraîtra un peu sec, un peu insuffisant quant aux possibilités de réalisation. Réservant la question pour un volume ultérieur, Decroly ne donne à aucun moment d'appréciation quelconque sur la valeur des innombrables échelles qu'il énumère en détail. Cela gênera certainement dans bien des cas. Je pense à un instituteur par exemple qui, voulant mesurer le niveau intellectuel de sa classe, aura recours, pour se documenter, à cette Pratique des tests. Il y verra exposés les principes des deux grandes méthodes d'examen : individuel ou collectif et pour chacun la distinction des épreuves verbales ou non verbales. Mais ensuite, pour chacune de ces divisions, il se trouvera en présence d'une collection souvent importante d'épreuves isolées, ou groupées en échelle, sans que rien vienne lui indiquer sur quel type particulier doit se porter son choix pour le cas qui l'intéresse étant donné le but auquel il tend. C'est

là un défaut, et même un défaut grave, qui restreint beaucoup la portée d'utilisation pratique de l'ouvrage, ce qui est regrettable. La distinction par exemple des tests de niveaux et des tests de développement, des tests d'aptitudes spéciales, l'exposé des méthodes précises que nous possédons actuellement pour déterminer auquel de ces types appartient un test donné, auraient nécessité au moins quelques pages. On trouve en somme un matériel de travail considérable, mais peu ou pas d'indications sur sa méthode d'emploi.

Les auteurs, avec le louable souci de présenter une documentation très complète, se sont efforcés de faire une revue du plus grand nombre possible d'échelles. Mais ils ont dû se borner pour certaines à une simple mention, alors que d'autres se trouvent intégralement exposées. Dans ce choix des proportions, au reste fort délicat, le résultat n'est pas toujours à l'abri de toute critique. Dans le chapitre traitant de l'importante question du Profil Psychologique, il faut regretter que la méthode de Rossolimo, vieille de 25 ans, sans cesse remaniée par son auteur, et la première en date, soit exposée en 11 lignes, alors que 18 pages sont accordées à une étude complète, l'une des plus détaillées qui soient dans tout le volume, du profil de Vermeylen, qui n'est qu'une adaptation, une modification de la première méthode. Dans les tests spéciaux, celui de Dounaievsky, aurait mérité mieux qu'une page, en raison de l'emploi très grand qui s'en est fait en divers pays. C'est au reste la seule épreuve élaborée en U.R.S.S. à laquelle Decroly fasse allusion. Il semble ignorer jusqu'aux travaux de Rybakoff (dont le nom ne figure même pas à l'index bibliographique) qui ont servi de point de départ à tant de tests aujourd'hui constamment utilisés, et ne fait aucune mention de l'effort considérable que les psychotechniciens et les pédagogues russes produisent depuis ces dernières années en vue d'un développement plus large et d'un perfectionnement incessant de la méthode des tests.

Mais ce sont là quelques points seulement, regrettables pour certains, qui ne surprendront pas ceux qui connaissent assez la question pour se rendre compte de l'étendue du travail entrepris par les auteurs, et qui ne retirent rien à l'intérêt de leur œuvre, qui reste de tout premier plan.

Marcel FRANÇOIS.

*
**

Harsin (Paul), *Chargé de Cours à l'Université de Liége.* — **Les Doctrines monétaires et financières en France du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle.** — *1 vol. in-8° de 326 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris, 1929 (Prix, broché : 50 francs).*

Le travail que présente l'auteur est un essai de synthèse des doctrines relatives aux monnaies et aux finances en France du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle.

Malgré le titre de ce volume, nous devons signaler que les conceptions monétaires sont toujours au premier rang des préoccupations de l'auteur et que les doctrines financières n'ont retenu son attention que dans la mesure où le règlement des finances publiques a eu une répercussion sur les idées relatives à la monnaie ou au crédit.

L'auteur n'a, par conséquent, pas étendu son enquête à toutes les théories financières qui ont vu le jour au cours des trois siècles envisagés; il en a, cependant, dit tout l'essentiel.

L'ouvrage est divisé en six parties, précédées d'une introduction où est brièvement esquissée l'histoire des conceptions modernes.

La première partie comporte une étude d'ensemble sur le « mercantilisme » français qui porte plus précisément son attention sur les phénomènes dits de circulation des richesses.

La seconde partie est consacrée à la première expérience monétaire de l'histoire : l'afflux des métaux précieux d'Amérique, et la hausse des prix qui en fut la conséquence.

On rencontre dans ce cadre les écrits de Malestroist et de Baudin qui fournissent une explication du phénomène; ceux des Officiers de la Cour des Monnaies plus spécialement consacrés aux questions de circulation monétaire, et enfin, l'œuvre de Scipion de Grammont.

Dans la troisième partie, l'auteur nous fait assister au développement et à l'apogée du « mercantilisme » et signale le peu d'originalité relative des théories monétaires du XVIII^e^ siècle tout en insistant sur les conceptions personnelles de Colbert.

La quatrième partie étudie les écrits monétaires et financiers, de la fin du XVII^e^ siècle et du commencement du XVIII^e^ (1690-1715).

On y rencontre les noms de Vauban, et de Bois Guilbert dont les œuvres sont caractéristiques de ce moment de crise aiguë et M. Harsin essaie de relier leurs doctrines aux faits économiques dont ils ont été les témoins.

La cinquième partie, la plus importante conduit à l'étude des conceptions du banquier Law, et à ses malheureuses expériences, de 1716-1720; l'auteur tente de fournir du système Law un exposé nouveau grâce à la production de documents inédits, et de dégager les véritables résultats de cette révolution financière.

La dernière partie enfin, est consacrée au développement dans la doctrine française, des idées de l'Ecossais.

On y trouvera les appréciations très diverses de Melon et Dutot, celles de Paris-Duverney et Fortbonnais; l'auteur ne néglige pas non plus les noms oubliés de La Jonchère et de Dupré de St-Maur, de l'Abbé de St-Pierre, ni ceux, plus éclatants de Voltaire et Montesquieu. Mais il réserve surtout son attention pour l'examen des œuvres du chancelier d'Aguesseau, et du financier Cantillon.

Esquisser une synthèse en une matière, où l'analyse fait encore trop souvent défaut, pourrait paraître téméraire si l'auteur n'avait si parfaitement réussi dans son travail, qui comble une lacune de la littérature économique.

Il n'est pas douteux que ce consciencieux ouvrage sera très favorablement accueilli en France.

L. PINEAU.

***

François (L.), *ancien Professeur aux Cours supérieurs des Sciences commerciales de la ville de Liége*, et **Henry** (N.), *Professeur à la Chambre belge des Comptables*. — **Traité des opérations de Change, Bourse, Banque.** — 1 *vol. in*-8° *de* 350 *p. Dunod, éditeur, Paris*, 1928.

Les succès obtenus par les cinq premières éditions de l'ouvrage ont incité les auteurs à en publier une nouvelle qui a été complètement remaniée.

Depuis 1924, époque de la dernière édition, le gouvernement belge est parvenu à enrayer la dépréciation du franc et à stabiliser sa monnaie. De ce fait la première partie de l'ouvrage, consacrée à la monnaie et au change, ainsi que la deuxième, concernant les bourses des valeurs, ont dû être modifiées et les auteurs se sont surtout attachés à expliquer les mesures qui ont précédé l'apparition du belga.

Mais où l'édition nouvelle a subi les transformations les plus profondes, c'est dans l'exposé de la comptabilité des banques, qui forme la troisième partie. Alors que jusqu'ici on s'était contenté de donner les grandes lignes de la comptabilité pour chacun des services des banques, il a été estimé faire œuvre plus utile en puisant dans la pratique des exemples concrets et en exposant toutes les écritures auxquelles ces exemples donnent lieu dans les livres auxiliaires et centralisateurs. Arrivant enfin au service de Comptabilité générale, les auteurs, de cette façon, ont pu montrer l'aboutissement de toutes ces écritures dans une « balance carrée » méthode si employée actuellement dans la comptabilité bancaire.

L'ouvrage renferme des renseignements sur les changes étrangers, sur les bourses et valeurs étrangères, sur les opérations auxquelles on se livre et sur la comptabilité des agents de change. Ce livre conviendra donc parfaitement aux élèves des écoles commerciales ainsi qu'à tous ceux qu'intéresse le domaine de la finance.

Après une remise à jour aussi profonde, l'ouvrage remportera donc, par les services qu'il peut rendre, le même succès que les éditions précédentes ont remporté.

F. MICHEL.

***

L'Année Psychologique, publiée par Henri PIÉRON, *Professeur au Collège de France et à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris*. Secrétaire de la Rédaction : Marcel FRANÇOIS. **Vingt-huitième année (1927).** 2 *vol. in*-8° *de* 866 *p., avec fig., de la* Bibliothèque de Philosophie contemporaine. (*Prix* : 110 *fr.*). *Librairie Félix Alcan. Paris*, 1928.

La présentation matérielle de l'*Année psychologique* a subi cette fois une légère modification; l'accroissement continu du nombre de pages a obligé l'éditeur, pour la facilité de la consultation, à la publier en 2 volumes séparés. Mais le contenu de l'ouvrage demeure le même.

Les « Mémoires originaux » débutent par un important travail de P. Kucharski sur l'*excitabilité auditive en fonction du temps*, dont la principale conclusion est que le processus d'excitation de l'appareil auditif est conforme à la loi générale d'excitabilité exprimant la variation des intensités liminaires en fonction des durées d'action. — L'étude de *la perception des longueurs par la peau* a amené M. M. Foucault aux conclusions suivantes : ces perceptions sont d'autant plus exactes qu'elles proviennent de sensations plus nombreuses et plus dissemblables; plus la longueur perçue est faible par rapport à la longueur de la phalange, plus la perception est difficile, incertaine, erronée. — M. H. Piéron a étudié les caractéristiques et les lois de *l'excitation lumineuse intermittente* et de *l'excitation alternante*. — M. le Dr Quercy présente, d'après une auto-observation, quelques remarques sur *les images consécutives et leur pouvoir hallucinogène*. — M. St. Vélinsky expose ses recherches sur la *certitude associative*, terme par lequel il propose de remplacer celui de « force associative ». Il la mesure par sa méthode de l'identification automatique, qui consiste pour le sujet à lire des produits qui se déplacent devant lui à une vitesse constante jusqu'au moment où il fait l'identification d'un d'entre eux qui se répète. — M. M. François a recherché si *le sens du temps*, phénomène psycho-physiologique, obéit au coefficient d'accélération thermique de van t'Hoff; la mesure des variations de la température interne semble montrer qu'il en est bien ainsi. — Enfin, M. A. Fessard a étudié les conditions de la précision et de la cohérence des résultats dans les examens par tests; il passe en revue les formules les plus usuelles qui permettent de les calculer.

Après quelques notes techniques, le reste de l'ouvrage (616 p.) est consacré, comme d'habitude, à l'analyse de tous les ouvrages et articles de revues parus en 1927 sur les questions du domaine de la psychologie pure et appliquée. Il y a là une source de renseignements tout à fait unique, qui explique le succès croissant de l'*Année psychologique*.

L. B.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Avril 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. A. Schouten** : *Sur la signification géométrique de la propriété semi-symétrique d'une connexion intégrale qui laisse invariant le tenseur fondamental.*

2° Sciences physiques. — M. **C. Bonnier** : *Sur la détermination des températures dans les moteurs à explosions.* — MM. **Georges Mignonac** et **René Vanier de Saint-Aunay** : *Sur la polymérisation de l'acétylène* par l'effluve. Synthèse du dipropargyle et de ses isomères. — MM. **Pierre Bedos** et **Adrien Ruyer** : *Sur la déshydratation de l'oxyde de cyclohexène et sur le passage du cycle en C^6 au cycle en C^5.*

Séance du 8 Avril 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Vranceanu** : *Les trois points de vue dans l'étude des espaces non holonomes.* — M. **Georges Giraud** : *Sur la solution du problème de Dirichlet pour les équations linéaires.* — M. **Krawtchouk** : *Sur la résolution approchée des équations intégrales linéaires.* — Mlle **Nina Bary** : *Sur quelques formes mixtes de la représentation finie d'une fonction continue arbitraire.* — M. **J.-A. Lappo-Danilevski** : *Problème fondamental de la théorie des fonctions dans la classe des matrices, satisfaisant à des systèmes d'équations différentielles à coefficients rationnels.* — M. **Benjamin Meisel** : *Sur la définition approchée de l'énergie cinétique relative d'un liquide remplissant un vase tournant.* — M. **E. Servin** : *Sur le phénomène de Compton et son inverse.*

2° Sciences physiques. — M. **P. Villard** : *Sur la dévitrification du verre.* — M. **Antoine Willemart** : *Sur les spectres d'absorption des rubrènes.* — MM. **H. Damianovich** et **J. J. Trillat** : *Recherches sur l'action de l'hélium sur le platine.* Les auteurs montrent que l'hélium, contrairement à l'inertie chimique qu'on lui attribue, est capable de se combiner au platine. Ce résultat présente un grand intérêt dans l'étude des réactions catalysées. — M. **Galibourg** : *Sur le relèvement de palier de la courbe de traction des métaux par traction et vieillissement.* — M. **J. Cournot** : *Influence de la dimension des éprouvettes dans les essais de viscosité des produits métallurgiques.* — MM. **Lespiean** et **Wiemann** : *Préparation de carbures acétyléniques à l'aide d'épidibromhydrines.*

3° Sciences naturelles. — M. **Henri Hubert** : *Les courbes mensuelles des pluies à Madagascar.* — M. **Guillermond** : *Nouvelles remarques sur l'appareil de Golgi : l'appareil de Golgi dans les Levures.* Certains cytologistes soutiennent l'existence d'un appareil de Golgi, formation permanente de la cellule, indépendante à la fois du chondriome et du vacuome. Les observations faites par l'auteur sur des Levures et des Champignons filamenteux démontrent avec la plus grande évidence qu'il n'existe aucun appareil de Golgi indépendant du chondriome et du vacuome. — M. **L. Marrasé** : *L'hexaméthylénetétramine et l'aldéhyde formique sont réellement un aliment pour le Haricot.* L'auteur a utilisé la *méthode cytophysiologique*, qui consiste à étudier les *variations plastidales* et les *variations nucléaires* des cellules mises en contact avec une solution de la substance à étudier. Les résultats obtenus permettent de conclure que l'hexaméthylénetétramine et l'aldéhyde formique, aux doses de 0,2 pour la première et de 0,16 pour 1000 pour la deuxième, sont bien des aliments pour les cellules du Haricot. — M. **I. D. Strelnikov** : *La faune de la mer de Kara et ses conditions écologiques.* 1° Le plankton de la mer de Kara est relativement pauvre. 2° La faune littorale manque, du fait que l'eau gèle profondément près de la côte. 3° La mer de Kara manque de beaucoup de formes habituelles dans les mers voisines. 4° L'étude du benthos de cette mer montre une richesse étonnante de la faune. Généralement une forme quelconque prédomine dans le matériel récolté, forme dont on trouve des centaines et des milliers d'exemplaires dans une seule pêche. 5° De nombreuses formes animales de la mer de Kara atteignent une taille supérieure aux mêmes espèces des mers voisines. — MM. **G. Frank** et **M. Popoff** : *Le rayonnement mitogénétique du muscle en contraction.* Lors de la contraction musculaire, l'effet mitogénétique n'a lieu que pendant le court délai de 1/100 de seconde, correspondant à la période d'irritation latente. Il semble bien que le rayonnement mitogénétique ne puisse être autre que le produit de la glycosine explosive, qui a selon les auteurs lieu, précisément à la période d'irritation latente et au tout premier début de la contraction. — M. **P. Delanoë** : *Présence de l'Ornithodore du Maroc dans les terriers de porcs-épics et de renards et dans les habitations humaines. Son existence au Maroc oriental. Fréquence d'un spirochète récurrent chez les Ornithodores des terriers.*

Séance du 29 Avril 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **Henri Villat** : *Sur les tourbillons alternés de M. H. Bénard dans un canal de largeur finie.* — M. **J. A. Schouten** : *Sur la signification géométrique de la propriété semi-symétrique d'une connexion intégrale, qui laisse invariant le tenseur fondamental.* — M. **Georges Durand** : *Sur une manière de concevoir la théorie des enveloppes.* — M. **D. Pompeiu** : *Sur certains systèmes d'équations linéaires et sur une propriété intégrale des fonctions de plusieurs variables.* — M. **René Lagrange** : *Sur certaines fonctions associées aux fonctions de Legendre.* — MM. **E. Hille** et **J. Tamarkin** : *Sur une relation entre des résultats de MM. Minetti et Valiron.* — M. **Alex. Veronnet** : *Il y a trois dynamiques distinctes et trois seulement correspondant aux trois espaces d'Euclide, de Riemann et de Cartan.* — M. **Lucien Féraud** : *Sur quelques appli-*

cations des systèmes pfaffiens. — M. **Nerenoff** : *Sur la loi de l'attraction.*

2° Sciences physiques. — M. **René Lucas** : *Remarque sur les équations de l'électromagnétisme.* — M. **R. Hocart** : *Diamagnétisme de quelques composés binaires halogénés.* — M. **G. Foëx** : *Le diamagnétisme de cristal d'azoxyanisol et la précession de Larmor.* — MM. **Jean Becquerel** et **W. J. de Haas** : *Sur la loi fondamentale de l'aimantation paramagnétique d'un cristal, et sur la loi de dispersion rotatoire paramagnétique.* — M. **J. Gilles** : *Sur la trajectoire* 3 d *dans les atones ionisés* P II, S II, S III et Cl III. *Quadruplets de* Cl III. — M. **Charles Nordmann** : *Nouvelle méthode pour la reproduction des couleurs.* — M. **Mathias** : *Contribution à l'étude de la matière fulminante. Ses deux modes de décomposition.* — M. **Marinesco** : *Sur la structure des solutions de gélatine.* — M. **Nahmias** : *Evaluation du rayonnement α du dépôt actif de l'actinium par la mesure de son rayonnement β.* — MM. **H. Herszfinkiel** et **H. Jedrzejowski** : *Sur des conditions de formation des groupes d'atomes radioactifs.* — MM. **René Delaplace** et **G. Rabière** : *Irradiation de l'ergostérol, action des rayons ultraviolets du quartz et des rayons X mous.* — M. **Antoine Willemart** : *Sur l'isomérisation de quelques carbinols acétyléniques en cétones éthyléniques.* — M. **Huan** : *Action du bromure d'éthylmagnésium sur la tétréthyldiamide succinique.* — M. **L. Royer** : *Sur la dissymétrie possible des figures de corrosion obtenues par un liquide isotrope actif.*

Séance du 6 Mai 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **Constant Lurquin** : *Sur les formes d'extension du critérium de Bienaymé Tchebycheff.* — M. **J. Favard** : *Un problème de couvercle.* — M. **Bertrand Gambier** : *Groupes de transformation et théorèmes géométriques.* — M. **Georges Giraud** : *Sur le problème de Dirichlet généralisé ; compléments relatifs au cas linéaire et au cas non linéaire.* — M. **A. Angelesco** : *Sur certains polynomes de Tchebycheff.* — M. **Rolf Nevanlinna** : *Sur un problème d'interpolation.* — M. **D. Wolkowitsch** : *Sur un type nouveau de ressort.* — M. **R. Chambaud** : *Sur le flambement des pièces rectilignes soumises à une force de compression excentrée.* Euler a déterminé la charge critique de flambement pour une pièce soumise à une charge centrée. Mais son analyse suppose la déformation très petite et par suite ne donne que le début du phénomène. M. Chambaud a fait le calcul complet au moyen des fonctions elliptiques et a construit des abaques, s'appliquant au cas de charges excentrées. On peut ainsi déterminer toutes les circonstances du phénomène de déformation au delà de la charge critique pour les pièces droites et les voûtes, ce qui présente un grand intérêt pour les constructeurs.

2° Sciences physiques. — MM. **Léon Guillet**, **Jean Galibourg** et **Michel Samsoen** : *Sur les essais de traction à chaud.* M. Léon Guillet présente les premiers résultats de longs et importants travaux qu'il poursuit dans les laboratoires de l'Ecole centrale, avec MM. Galibourg et Samsoen, et qui ont trait aux propriétés des produits métallurgiques à températures relativement élevées. Après avoir décrit le dispositif employé, M. Guillet résume les résultats obtenus avec les aciers ordinaires et projette un film extrêmement remarquable, qui a été établi par les industriels intéressés à ces recherches — Compagnie parisienne de distribution d'électricité et Fives-Lille — et qui reproduit, non seulement les appareils utilisés, mais aussi, grâce à des dessins animés, les résultats obtenus. — M. **E. Mathias** : *Contribution à l'étude de la matière fulminante ; son explosion par choc.* — M. **E. Sevin** : *Sur les théories de spectre X continu et du phénomène de Compton.* L'auteur explique le phénomène de Compton, par des voies purement ondulatoires et sans recours aux quanta, et montre la liaison étroite de ce phénomène avec la réflexion et la diffraction des flux d'électrons par les cristaux. — M. **P. Briquard** : *Phénomènes produits par l'interposition d'une lame métallique dans un faisceau d'ondes ultra-sonores.* — M. **Jean Jacques Trillat** : *Sur les phénomènes d'orientation et de pseudo-cristallisation, résultant de l'action de la traction dans les gels colloïdaux.* L'auteur montre, au moyen des rayons X, que la traction est capable de créer, dans une substance amorphe comme un film de nitrocellulose une orientation et même une véritable structure cristalline artificielle. — M. **C. Palwowski** : *Production des rayons H de désintégration sous l'action du rayonnement α de polonium.* — M. **Henri Chaumat** : Comparaison entre les machines électrostatiques et les machines dynamo à courant continu. — M. **Henri Gutton** : Sur la constante diélectrique des gaz ionisés. — M. **L. Bouchet** : Potentiels électrolytiques de quelques métaux. — Mlle **A. Serres** : Propriétés magnétiques du sesquioxyde de fer et de quelques ferrites au-dessus de leur point de Curie ; conservation du paramagnétisme constant dans ces combinaisons. — M. **Robert Forrer** : Les deux Points de Curie, ferromagnétique et paramagnétique. — M. **A. Couder** : Description de la figure de diffraction au foyer moyen d'un faisceau astigmate. — MM. **E. Cornec**, **H. Krombach** et **A. Spack** : Equilibres entre l'eau, les nitrates et les sulfates de sodium et de potassium. — MM. **P. Lebeau** et **A. Damiens** : Sur un nouveau mode de préparation du fluorure d'oxygène. — M. **Ch. Bedel** : Sur la solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique. — Mlle **M. Cabanac** : Sur l'hydrogénation des acétals forméniques. — M. **D. Ivanoff** : Décomposition thermique des alcoolates organo-magnésiens.

Séance du 13 Mai 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **Guido Ascoli** : Sur la représentation approchée des fonctions. — M. **J. Delsarte** : Sur les transformations de Fredholm invariant une fonctionnelle quadratique. — M. **Coulomb** : Sur une formule d'algèbre quantique.

2° Sciences physiques. — M. **Fabir Emir** : Nouvelle détermination de l'épaisseur d'un film d'acide oléique à l'état de saturation sur l'eau et de la pression de saturation de ce film. — M. **Pierre Auger** : Sur la théorie de l'effet photoélectrique. — Mme et M. **Lemarchands** : Sur la constante d'équilibre dans les doubles décompositions en solution aqueuse. — MM. **H. Colin** et **A. Chaudun** : Concentration du sucre et vitesse d'hydrolyse en milieu acide. — Mlle **Suzanne Veil** : Sur les propriétés

ferromagnétiques des ferrites. — M. **Ch. Bedel** : Quelques conditions de solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique. — MM. **Swigel Posternak** et **Théodore Posternak** : Sur la configuration de l'inosite inactive. — MM. **Georges Mignonac** et **Odd W. Rambeck** : Action du chlorure, du bromure et de l'iodure de cyanogène sur le malonate d'éthyle sodé. Synthèse des éthers éthane et éthène tétracarbonique. — Mme **Ramart-Lucas** et M. **F. Salmon Legagneur** : Stabilité comparée des isomères suivant leurs spectres d'absorption. (Déshydratation de glycols, isomérisation d'oxydes d'éthylène). — M. **L. Royer** : Sur la corrosion d'un cristal de dolomie par un liquide isotrope actif.

Séance du 22 Mai 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edouard Cech** : *Quelques remarques relatives à la géométrie différentielle projective des surfaces.*

2° Sciences physiques. — MM. **Léon Guillet, Jean Calibourg** et **Michel Samsoen** : *Sur les essais de traction à chaud.* M. Léon Guillet continue l'exposé des recherches qu'il poursuit avec MM. Galibourg et Samsoen, dans les Laboratoires de l'Ecole Centrale, sur la variation des propriétés des aciers à température de 400 à 500°. Les résultats qu'il présente aujourd'hui ont trait aux aciers spéciaux. Ils démontrent l'influence très grande du traitement thermique ; les limites élastiques les plus élevées et d'ailleurs tout à fait remarquables ont été obtenues avec les aciers renfermant du chrome, du nickel, et du molybdène. M. Guillet fait, de plus, passer un film très intéressant montrant la fabrication des collecteurs de la Nouvelle Centrale Thermique des Moulineaux pour laquelle ces recherches ont été faites. — M. **C. Pawlowski** : *Remarques sur la désintégration de l'aluminium.* — M. **Y. Rocard** : *Chute d'un gaz lourd dans un gaz léger. Stabilité de l'ozone dans la haute atmosphère.* M. Fabry présente une note de M. Rocard sur la stabilité de la couche d'ozone de la haute atmosphère. Il s'agit d'expliquer comment ce gaz très lourd existe seulement à une altitude de 40 kilomètres. M. Rocard, en partant de la théorie cinétique des gaz, montre que la vitesse de chute n'est que d'une vingtaine de mètres par jour.

Séance du 27 Mai 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Neyman** : Sur la limite de la vraisemblance de l'hypothèse. — M. **Paul Dubreil** : Quelques compléments au théorème de Nœther. — M. **Serge Bachvaloff** : Sur la déformation simultanée de deux surfaces associées. — M. **S. Finikoff** : Sur les congruences de M. Goursat. — M. **Georges Durand** : Sur la construction de Cantor-Minkowski dans le plan. — M. **Miron Nicolesco** : Sur un théorème de M. Pompeiu. — M. **René Lagrange** : Sur certaines fonctions associées aux fonctions de Legendre. — M. **Henri Cartan** : Sur la croissance des fonctions méromorphes d'une ou de plusieurs variables complexes. — M. **J. Le Roux** : Les systèmes de référence à gravitation apparente. — M. **H. Mineur** : Recherches statistiques sur l'apex solaire et sur le vertex de la répartition des vitesses stellaires.

2° Sciences physiques. — M. **André Blondel** : *Sur les puissances et hormanances mutuelles* des courants alternatifs non sinusoïdaux. — M. **E. Mathias** : *Contribution à l'étude de la matière fulminante.* — M. **Alex. Véronnet** : Théorie électronique de l'éther et de la lumière. — M. **V. Bjerunes** : Sur les équations hydrodynamiques. — M. **J.-E. Verschaffelt** : Peut-on démontrer la relation de Maxwell-Clausius sans recourir au principe de Carnot ? — M. **L. Brüninghaus** : Sur l'existence d'un état conducteur des liquides dits isolants. — M. **Pierre Bricout** : Sur l'efficacité des écrans électrostatiques discontinus. — M. **G. Siadbei** : Sur un nouvel emploi des quartz piézo-électriques. — M. **Edmond Rouelle** : Les caractéristiques et la stabilité des circuits ferrorésonants (circuits oscillants comportant des bobines à noyaux de fer). — M. **Jean Thibaud** : *Existence possible d'importantes exceptions au principe de sélection relatif au nombre quantique total.* Note relative aux spectres du domaine extrême compris entre les rayons X et ultra-violets. Celui-ci, continuant ses recherches avec son spectrographe à réseau tangent dans le vide, a observé un certain nombre de raies « anormales » qui contredisent les principes admis en spectroscopie. Celles-ci correspondraient à des mouvements d'électrons qui se produiraient dans l'intérieur même des différentes couches d'électrons dont l'atome est formé. — M. **A. Canaud** : *Electrolyse de l'eau en courant alternatif.* — MM. **A. Roux** et **J. Cournot** : *Etude par les rayons X des transformations internes des alliages argent-zinc.* Ces phénomènes déjà étudiés par MM. Guillet et Cournot, ont été approfondis par les auteurs au moyen de la nouvelle installation des rayons X montés récemment au laboratoire de métallurgie du Conservatoire des Arts et Métiers. Les conclusions des auteurs sont très nettes, elles confirment les premiers résultats et les phénomènes de trempe en parfait accord avec la théorie générale. — M. **S. Rosenblum** : *Structure fine du spectre magnétique des rayons α du thorium C.* — MM. **Prettre** et **P. Laffite** : *Sur les températures d'inflammation des mélanges d'oxyde de carbone et d'air.* — MM. **J. Bougault** et **J. Leboucq** : Action de la chaleur sur les amides allophaniques. — M. **R. Bousset** : Le problème de la synthèse asymétrique. — MM. **Lespieau** et **Journaud** : Heptadiine 1.6 et monadiine 1.8. — Mme **Pierre Billon-Bardon** : Réduction de l'éther diphénylglycidique au moyen du sodium et de l'alcool absolu. — M. **Henri Moureu** : Sur la tautomérie des dicétones α. Étude des états d'équilibre. — MM. **A. Leulier** et **Y. Dreyfuss** : Sur la bromuration de l'acide aminophénylarsique 1.4.

Séance du 3 Juin 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Neyman** : Sur une méthode de vérification des hypothèses. — MM. **V. Fock** et **D. Iwanenko** : Géométrie quantique linéaire et déplacement parallèle. — M. **N. Cioranesco** : La méthode de Riemann pour les systèmes d'équations du second ordre. — M. **Jacques Chokhate** : Sur la sommation de certaines séries des fonctions intégrables. Application aux fonctions orthogonales. — M. **Paul Lévy** : Sur l'influence des arguments des coefficients sur la croissance

des fonctions entières. — M. **J. Haag** : Sur la suspension élastique des pendules. — M. **Émile Belot** : Précisions sur les formes et l'évolution de la masse terrestre avant sa condensation sphéroïdale. — M. **Thadée Banachiewicz**. — Sur la correction des orbites à l'aide des coordonnées rapportées au plan du mouvement. — M. **E. Prévot** : Détermination du zéro international des altitudes, compte tenu de la loi de variation du niveau moyen annuel de la mer. — M. **Alex. Véronnet** : La théorie électronique de l'électromagnétisme.

2° Sciences physiques. — M. **Henri Chaumat** : Une machine électrostatique à courant continu. — M. **Daure** : Étude comparée des spectres Raman de quelques composés hydrogénés. — M. **Bourguel** : Sur une relation entre le point d'ébullition et l'architecture moléculaire d'acides cis-trans éthyléniques, saturés et acétyléniques. — MM. **F. Bourion** et **Ch. Tuttle** : Détermination cryoscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions aqueuses de chlorure de sodium. — M. **Maurice Fallot** : Coefficient d'aimantation et structure des solutions de gélatine. — M. **Maurice François** : Action du gaz ammoniac sur le bromure mercurique et sur le chlorure mercurique. — MM. **Ch. Courtot** et **J. Pierron** : Contribution à l'étude des chlorures et des alcools α-éthyléniques. — M. **A. Mavrodin**. — Action des dérivés organomagnésiens sur l'éthylcyanacétate d'éthyle.

Séance du 4 Mars 1929.

3° Sciences naturelles. — MM. **Assar Hadding** et **René Van Aubel** : *Sur la structure de l'uraninite cristalline du Kantaga* (*Congo Belge*). A Kasolo (Katanga), l'uraninite est le minéral *primaire*, fort rare, dont dérive, par remaniement ascendant, la pechblende cryptocristalline, minerai habituel de ce gisement. L'uraninite congolaise est cubique. Son réseau cristallin est celui d'un cube à faces centrées. La constante du réseau, c'est-à-dire la longueur des côtés du cube ou la distance entre deux faces parallèles est 4, 67 A (4,67.10^{-8} cm). — M. **P. Fallot** : *Sur la date des derniers phénomènes orogéniques dans les zones subbétique et bétique à hauteur de Caravaca*. Les conclusions que l'on peut tirer de la présente Note, montrent dans les charriages subbétiques et bétiques un phénomène très antérieur aux charriages prérifains qui sont posttortoniens, et dans les ridements postontiens bétiques un contre-coup direct des fortes dislocations postsahéliennes du Maroc septentrional. On est en droit de se demander si l'effort orogénique dont sont nés ces charriages prérifains ne s'est pas heurté à un édifice subbétique et bétique *s. l.*, déjà incorporé au matériel mort européen, en se conformant à son contour et en n'y faisant naître que des ondulations. — M. **Jean Lacoste** : *L'extension du Crétacé dans la région méridionale du Rif occidental*. Le terrain crétacé apparaît comme le substratum très plissé de la région comprise entre l'Ouergha et la limite sud des feuilles 6 et 7 de la carte 100.000 (Moulay bou Cbta). Chez les Ouled M'Hammed, où il prend toute son ampleur il supporte manifestement les klippes liasiques, au Nord-Ouest d'Aïn Aïcha. Ce crétacé qui présente, par ses faciès et ses faunes, de très grandes analogies avec celui d'Algérie et des Baléares, précise l'emplacement de la zone profonde de ce détroit Sud-Rifain dont les dépôts néritiques ont été définis, dans le Prérif. — M. **Edouard Roch** : *Nouvelles observations sur le Stéphanien du Maroc occidental*. Le Stéphanien moyen ou supérieur est représenté au Maroc ; il est discordant sur le Primaire plissé ; il passe insensiblement et en concordance au Permien rouge à la base duquel il est développé localement en lentilles. C'est, semble-t-il, le seul affleurement de Carbonifère de cet âge que l'on connaisse à ce jour, non seulement au Maroc, mais même dans toute l'Afrique du Nord. — M. **Ch. Maurain** et **E. Salles** : *Sur l'ionisation atmosphérique*. — M. **Albert Nodon** : *Recherches sur les perturbations électromagnétiques, sismiques et solaires*. Les résultats obtenus à l'Observatoire del Salto démontrent qu'il existe d'étroites relations entre les phénomènes électromagnétiques, sismiques, telluriques, atmosphériques et solaires. Ils démontrent en outre que les indications du magnétographe sont précieuses pour prévoir les séismes plusieurs heures à l'avance. — M. **C.-I. Popesco** : *Influence du greffage sur le développement de quelques Papilionacées*. Des faits relatés dans cette Note on peut conclure que le greffage a une influence considérable sur le développement des symbiotes dans les Papilionacées. Les modifications qu'il provoque se manifestent chez les épibiotes par des variations dans la taille, la couleur et la durée de l'appareil végétatif comme aussi sur la forme des inflorescences, la couleur et la grandeur des fleurs, l'époque de la floraison et sa durée, la précocité relative de la maturation des fruits. — Mme **L. Randoin** et Mlle **A. Michaux** : *Variations comparatives de la teneur du sang en eau et de la résistance globulaire, chez le Cobaye normal et chez le Cobaye soumis à un régime privé de vitamine antiscorbuti*. 1° Chez les Cobayes privés de vitamines C, la teneur en eau du sang demeure normal pendant 3 semaines environ (81,4 p. 100 environ), puis le taux de l'eau s'élève rapidement et finit par atteindre 91 p. 100 la veille de la mort (30e jour environ). 2° La très grande étendue des variations de la résistance globulaire chez le Cobaye scorbutique : de 6,5 à 0,5 (au lieu de 5,5 à 2 chez l'individu normal) montre nettement que le scorbut est une avitaminose caractérisée par l'étendue des lésions sanguines. — Mlle **M.-L. Verrier** : *Sur la biologie et les particularités de l'appareil respiratoire d'un Isopode saharien* : Hemilepistus Reaumuri *Aud. et Sav. Hemilepistus Reaumuri*, dont la morphologie générale rappelle de près, les dimensions mises à part, celles d'un *Porcellio* ou d'un *Oniscus*, se comporte (fouissement, vie à la lumière, à la chaleur), d'une manière différente de celle de ces derniers. Il est intéressant de noter que les différences d'habitat ont déterminé chez ces animaux des variations plus sensibles dans leur éthologie que dans leur morphologie. Enfin l'étude de cet Isopode révèle des dispositions de l'appareil respiratoire (sorte de sacs membraneux dans la cavité buccale rappelant les sacs aériens des Crabes terrestres) dispositions qu'il serait intéressant de retrouver chez d'autres Crustacés du même groupe. — M. **J. Magrou**, Mme **M. Magrou** et Mlle **F. Choucroun** : *Action à distance* du Bacterium tumefaciens *sur le développement de l'œuf d'Oursin (nouvelles expériences)*. Dans une Note antérieure les

auteurs ont montré que des œufs d'Oursin, séparés par une plaque de quartz d'une suspension de *Barterium tumefaciens* peuvent donner des larves aberrantes alors qu'aucune action ne se produit si c'est une plaque de verre qui forme séparation. Ils ont repris ces recherches en multipliant les lots témoins et en améliorant les conditions de symétrie. Ces nouvelles expériences paraissent également favorables à l'hypothèse d'une action exercée à distance par les bactéries. Il faut remarquer que ces bactéries, malgré des poses de 48 heures, n'ont aucune action sur la plaque photographique. — M. **E. Roubaud** : *Cycle autogène d'attente et générations hivernales suractives inapparentes chez le Moustique commun* Culex pipiens *L.* Ce moustique peut présenter deux modes biologiques différents d'adaptation à l'hiver. Dans l'un, c'est le froid qu'il utilise pour mettre au repos les femelles pondeuses et leur assurer, à la bonne saison, une activité de ponte renouvelée ; dans l'autre, c'est à la chaleur constante qu'il fait appel, pour développer dans ses générations une suractivité métabolique telle qu'elle leur permet, grâce à une multiplication ininterrompue, sans nourriture, de faire franchir à l'espèce la période défavorable. — MM. **Marcel Labbé**, **F. Wepveux** et **Hedja** : *L'ammoniaque du sang humain à l'état normal et dans les états-pathologiques.* Même dans des états pathologiques où l'on observe souvent un trouble dans le métabolisme de l'azote, et où l'ammoniurie est fréquente (cirrhose du foie, ictère, diabète avec acidose moyenne) le taux de l'ammoniaque ne s'élève pas et reste très voisin de la normale. Il n'en est pas de même dans la tuberculose pulmonaire. Ici il y a une élévation de l'ammoniémie, qui est d'autant plus élevée que la gravité et l'étendue des lésions pulmonaires sont plus accusées. Il est impossible de donner une expression satisfaisante de cette hyper-ammoniémie. — M. **A. Bierry** : *Recherches biochimiques sur la spécificité et les transformations des protides du plasma sanguin.* La constitution des albumines peut varier. L'existence d'un groupement hydrocarboné dans les protides hématiques, que l'on retrouve chez l'animal, dépourvus de ce groupement sucré ou ne recevant aucune nourriture, prouve que l'organisme dispose de ressources variées pour assurer à son plasma sanguin une teneur suffisante en albumines adéquates. Si ce plasma se présente à l'analyse comme formé des mêmes subtances fondamentales en qualité et en quantité sensiblement constantes, c'est que des mécanismes régulateurs délicats en règlent étroitement la composition. Les protides plasmatiques eux-mêmes doivent être considérés non comme des blocs rigides, mais comme des blocs plastiques dont la stabilité est réglée par des équilibres réciproques. — MM. **L. Hugounenq** et **E. Couture**. *Sur l'action photochimique de stérols de diverses origines.* Les stérols du rang de bœuf et de l'escargot ne provoquent aucune impression de la plaque sensible. Avec le produit extrait du ver à soie, on a une action positive très nette. Des échantillons d'ergostérol extrait de la levure de bière ont manifesté une activité photochimique très nette, et d'autant plus intense que l'ergostérol est moins pur. Ces faits se rapportent tous à des produits naturels non irradiés. Une irradiation ménagée développe notablement leur activité phothochimique. — M. **A. Dorier** : *Sur les Gordiacés des Hyriapodes.* On sait que les larves de *gordius aquaticus* L. peuvent s'enkyster dans l'eau, et sous forme de kystes, résister pendant plusieurs semaines à l'air humide. Aussi, il paraît vraisemblable d'admettre que les Myriapodes Diplopodes, animaux terrestres, herbivores et humicoles, s'infestent directement en absorbant avec leur nourriture de tels kystes exposés à l'air. Des expériences sur les glomères sont en train, qui permettront sans doute à l'auteur de se prononcer à ce sujet. — MM. **A.** et **R. Sartory**, **Marcel** et **Jacques Meyer** : *Contribution à l'étude des mycétones : Un nouveau cas d'actinomycose à grains jaunes.* S'étant trouvés en présence d'un mycétone actinomycosique dont l'agent a été déterminé par des recherches microscopiques et biologiques, les auteurs se jugent en droit d'affirmer qu'il existe des mycones osseuses actinomycosiques des membres, dont l'infection primaire ne semble pas être en relation avec les cavités digestives et respiratoires et dont l'image radiographique peut prêter à confusion avec une affection tuberculeuse osseuse. Ces cas sont justiciables d'une intervention chirurgicale et d'un traitement iodé.

Séance du 11 Mars 1929.

3° Sciences naturelles. — Mme **E. Jérenins** et M. **P. Fallot** : *Sur la présence d'une variété de fumillite aux environs de Calasparra (Province de Murcie).* — M. **Alberto Bétim** : *La théorie de Wegener en présence de quelques observations géologiques contenant le Brésil.* — M. **G. Boeckeroot** : *Sur l'extension de la* Pierre de Stonne *dans le Grand-Duché de Luxembourg.* La limite de l'extension des grès-quartzites appelés *Pierre de Stonne* est fortement reculée à l'Est, sur la partie Sud-Orientale de l'Ardenne, jusqu'à la Sûre et la Moselle. C'est la première fois qu'une formation est repérée et datée avec certitude dans le Grand-Duché de Luxembourg. En effet, ces grès, reposant sur des terrains appartenant à tous les niveaux du Trias et du Lias, sont les témoins, respectés par l'Erosion, d'une nappe sédimentaire autrefois continue et formée de sables disposés à l'époque tertiaire sur une surface dont la prénéplanation s'achevait. Il faut donc tenir compte de cette couverture tertiaire pour expliquer en cette région, les caractères du réseau hydrographique actuel, d'abord installé sur elle, puis entièrement surimposé et adapté à la structure antérieure. — M. **Albert Michel-Lévy** : *Existence d'un niveau caractérisé par les lydiennes à Radiolaires, à la base du Carbonifère marin, dans le Morvan.* L'existence de lydiennes à Radiolaires de la base carbonifère marin, dans le Morvan et dans le Nord du Massif Central, a une grande importance au point de vue statigrapyique. Bien que sans espèces caractéristiques, ces fossiles, lorsqu'ils deviennent très abondants, donnent des roches silicieuses particulières, qui sont rares dans les séries statigraphiques et qui permettent la reconnaissance d'un horizon géologique déterminé. Ce même horizon avec lydiennes à Radiolaires de la base du Carbonifère a été reconnu antérieurement dans la Montagne-Noire, dans les Pyrénées et dans les Vosges. — M. **M. Couvreur** : *Structure général des coquilles de*

Gastropodes. Dans l'ensemble le test, ou coquille des Gastropodes, est un tissu calcaire. Il est formé de différentes assises, dont la disposition relative correspond à l'*architecture* de la coquille, architecture qui est soumise à quelques lois générales que l'auteur énonce dans la présente Note. Les assises sont formées à leur tour d'éléments anatomiques visibles seulement au microscope, et dont la nature et l'agencement correspondent à la *microstructure* pour laquelle il faut définir des unités comparables aux unités physiologiques des tissus mous. — M. **C.-E. Brazier**: *Données actinométriques sur la région parisienne d'après les mesures faites à l'observatoire du Parc Saint-Maur*. La quantité d'énergie reçue en moyenne pendant un an par 1 cm² de la surface terrestre, sous le climat de Paris est comprise entre 87 et 105 grandes calories; sa valeur moyenne est 93 calories (dont 72 correspondent aux six mois de la période végétative: avril-septembre). Si le ciel restait parfaitement pur toute l'année cette valeur serait voisine de 140 calories, et en supposant la terre dépourvue d'atmosphère on calcule que cette quantité se monterait à 220 calories. L'effet de la nébulosité se traduit donc en moyenne annuelle par une perte de 20 % de la chaleur envoyée par le soleil, perte notablement inférieure à celle qui résulte de la traversée de l'atmosphère par temps pur (40 %). — M. **Marcel Mascré**: *Nouvelles remarques sur la fixation du chondriome de la cellule végétale*. L'acide acétique dissocie, dissout les éléments du chondriome; son action destructrice est empêchée par un traitement préalable au formol. Les acides acétiques substitués fixent le chondriome par coagulation de la substance protéique, mais le coagulum formé se gonfle ou se dissout dans les eaux de lavages. L'action du formol rend insoluble dans l'eau le coagulum et les lavages ultérieurs respectent le chondriome ainsi fixé. — M. **Guillermond**: *Nouvelles observations sur la coloration vitale par le rouge neutre dans les cellules végétales*. 1° La coloration vitale au rouge neutre détermine déterminé la floculation des colloïdes vacuolaires suivie, si la solution du colorant est suffisamment concentrée, d'une dissolution des précipités amenant la coloration diffuse de la vacuole; elle présente donc des phases assez analogues à celles décrites dans les cellules animales. 2° Elle est strictement limitée aux colloïdes intravacuolaires. 3° Les expériences réalisée par l'auteur apportent la preuve indéniable que cette coloration est bien une coloration vitale n'entraînant aucunement le mort de la cellule. — M. **Georges Montandon**: *Un singe d'apparence anthropoïde en Amérique du Sud*. L'auteur présente une photographie d'un grand singe inconnu, tué, il y a, déjà plusieurs années, dans les forêts vierges du Vénézuela. La stature serait au minimum de 1 m. 35. D'après le chasseur le singe aurait été sans appendice caudal et aurait eu 32 dents. Son faciès est nettement humanoïde. De par ses narines écartées et le moignon de pouce que l'on constate aux mains antérieures c'est un anthropoïde platyrhinien. Parmi les anthropoïdes de l'ancien monde son corps ressemble le plus à celui du Gibbon, et ses membres à ceux de l'Orang-Outang. L'auteur donne à ce singe le nom de *Amer antropoïde Loysi*, n. sp. n. g. n. f. — M. **Ph. Joyet-Lavergne**: *Sur les rapports entre le métabolisme et la sexualisation cytoplasmique*. Riddle a constaté que les embryons de pigeons mâles placés dans une atmosphère appauvrie en oxygène présentent une mortalité supérieur à celle des embryons femelles placés dans les mêmes conditions, tandis que les développements obtenus dans une atmosphère enrichie en oxygène ne font apparaître aucune différence appréciable entre les sexes. Il convient de considérer cette différence de métabolisme en faveur du sexe mâle, comme due au pouvoir d'oxydation (ou au 2 H cellulaire) toujours plus élevé chez les mâles que chez les femelles. — M. **Raymond-Hamet**: *Tropine et atropine*. L'auteur a constaté que, quand chez le chien anesthésié par le chloralose, la tropine a supprimé et même inversé les effets de l'excitation électrique du vague, l'action cardio-inhibitrice de l'acétylcholine, qui s'exerce sur les terminaisons du pneumogastrique est non seulement conservée mais souvent même augmentée. D'autre part, la tropine agit sur l'intestin *in situ* comme un véritable antagoniste de l'atropine; elle augmente en effet le tonus alors que cette dernière le diminue. On peut donc conclure avec certitude que la tropine, dont l'atropine n'est que l'éther tropique, n'a pas une section atropinique. — MM. **René Hazard** et **Michel Polonovsky**: *Rôle de la fonction amine tertiaire dans le noyau hipipéritique*. 1° La base secondaire non méthylée (granatoline) produit, en général, des actions physiologiques au moins égales à celles qui exerce la base tertiaire méthylée (N-méthylgranatoline) et se montre nettement plus active que celle-ci sur les terminaisons intracardiaques du vague. 2° Le passage à l'aminoxyde (azote pentavalent) affaiblit au contraire, jusqu'à la rendre presque nulle l'activité physiologique de la base tertiaire (azote trivalent. — M. **Raymond Poisson**: *Contribution à la connaissance des Laboulbéniales parasites des Insectes hémyptères hydrocorises*. Paracoreomyces Rhaxteri. *gen. nov. sp. nov., Laboulbéniale parasite de* Stenocorixa protusa *Horv.* Trois genres seulement de Laboulbeniacées sont connus chez les Hémiptères et parmi eux, un seul, le genre *Coreomyces* est parasite d'Hydrocorises. Au cours de recherches sur des Corises africaines de la région éthiopienne, l'auteur a remarqué, sur deux individus de *Stenorixa protrusa* Horv. d'une Laboulbéniale inconnue. Par certains de ces caractères elle se rapproche du genre *Coreomyces*, mais l'existence de certaines particularités ont nécessité pour cette forme la création d'un genre nouveau *Paracoréomyces* gen. nov. L'auteur décrit sommairement l'espèce en question sous le nom de P. Thaxteri. sp. nov. — MM. **F. Diénert** et **F. Etrillard**: Stérilisation des eaux par le chlore.

Le Gérant: Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.—7-29.